

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ И БЕТОНОВ

Студент магистратуры 2 года обучения 31 группы ИСА Грунина И.А.

Научный руководитель - к.т.н., доцент каф. ТВВиБ. Н.А. Гальцева

ПРИМЕНЕНИЕ БЕНТОНитОВОГО РАСТВОРА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ БУРОВЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Бентонит представляет собой глинистый материал природного происхождения. Одним из главных свойств данного гидроалюмосиликата является способность к разбухания до 14-16 раз при смешивании с водой. В процессе гидратации происходит образование плотного геля, который способен препятствовать проникновению влаги в массив. Для природных бентонитов в 5% водной суспензии диапазон варьирования значений pH от 6,0 до 9,5. Основная классификация проводится по степени набухания:

- Кальциевый бентонит (низкая степень);
- Натриевый бентонит (высокая степень).

Основной составляющей исходного сырья бентонитовой глины является – монтмориллонит. Именно он отвечает за способность бентонитовой глины к гидрофильности и разбуханию. Эти показатели обеспечивают высокие гидроизоляционные свойства бентонита [1].

Еще одной особенностью бентонита является способность разжижаться в состоянии покоя и сгущаться при использовании.

Основными составляющими являются минералы, обладающие слоистой структурой, что способствует процессу разбухания при попадании влаги.

Свойства суспензии зависят от соотношения между следующими минералами: натрий, кальций, магний и окись железа, регулировка их соотношения позволит изменять скорость набухания раствора.

Главными характеристиками являются:набухаемость, дисперсность, адсорбция и коллоидность.

- Свойства бентонитовой глины:
- Седиментация 0%;
- Плотность до 1,048 см³ на грамм;
- Вязкость до 25 сек;
- Вес объемный до 0,9 г/см³.

Добыча бентонита ведется открытым способом в карьерах. Крупные части породы после добычи, отправляются в специально дробильное оборудование.

Одни из крупнейших месторождений находятся в России, США, Канаде, Испании. К наиболее известным и крупным месторождениям в России относятся Курганское, Кудринское и Омское [1].

Бентонитовая глины используется в большом количестве отраслей:

- Metallургия;
- Керамика;
- Медицина;
- Полигоны отходов;
- Дорожное строительство.

Ведущей сферой использования бентонитовых глин является промышленное и гражданское строительство, а именно при проведении буровых работ и устройстве стен в грунте [4]. Для этого из бентонита производят специальную суспензию, с помощью которой производят промывочные работы, позволяющие очистить полость скважины от остатков горной породы.

Действие суспензии достаточно простое и заключается в процессе глинизации. Она покрывает стенки скважины тонким слоем, недопускающим попадание газа, нефти или горной породы в полость скважины. В результате предотвращается возможность фонтанирования нефти из скважины и наблюдается ускорение производства буровых работ [4].

К преимуществам бентонита можно отнести высокую стойкость к попеременному воздействию отрицательных и положительных температур, способность неизменять свои свойства и характеристики во времени, возможность повторного применения раствора, обеспечение хорошего сцепления грунта, способность к самостоятельному восстановлению микротрещин и дефектов. Процесс изготовления раствора отличается простотой, необходимо смешать бентонитовый порошок с водой в соотношении, необходимом для заданной плотности и вязкости раствора.

Одним из главных недостатков является способность подвергаться растрескиванию при высыхании, как правило, это характерно для «жирного» типа бентонитовой глины.

Для бурения в условиях вечной мерзлоты применяется способ бурения под кондуктор. Массив вечной мерзлоты сложен, как правило, песками, глинами и льдом. В процессе промывки скважин раствор имеет положительную температуру, происходит оттаивание породы слагающей стенки скважины и образование каверн и дефектов. В результате раствор разбавляется оттаивающей водой, что приводит к снижению его вязкости. Для борьбы с вышеописанным эффектом в

раствор добавляется большее количество бентонита. Вместе с этим в раствор попадает большой объем песка, что осложняет процесс очистки.

Специалистами ОАО «ИКФ» разработан специальный состав для проведения буровых работ в условиях вечной мерзлоты, его состав отличается своей простотой и эффективностью [1].

В бентонитовый раствор вводится хлорид калия или натрия в количестве 2-3 кг/м³. Несмотря на малый объем вводимых солей, раствор загустевает, не изменяя показатели водоотдачи и приобретая мгновенные структурообразующие свойства, в том числе при длительном нахождении в состоянии покоя [1-2].

При использовании данного раствора в кавернах и у стенок скважин образуются «застойные» участки, значительно снижающие скорость оттаивания массива и интенсивность проникновения воды в раствор.

По результатам проведения опытов установлено, что при бурении в условиях вечной мерзлоты с использованием бентонитового раствора с примесью солей наблюдается снижение расхода материалов и уменьшение риска возникновения каверн и дефектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ананьев А.Н.* Учебное пособие для инженров по буровым растворам – Волгоград.: Интернэшнл Касп Фпюидз. 2000 – 139 с.
2. *Беленко Е.В.* Применение экологически безопасных неионных пав для регулирования технологических свойств бентонитовых буровых растворов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2007. №11. С. 40-44.
3. *Сопегин Г.В., Сурсанов Д.Н.* Перспективы применения технологии строительства методом "top-down" в условиях города Перми // Вестник пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2016. №1(21). С.147-158.
4. СТО 36554501-017-2009. Стандарт организации. Проектирование и устройство монолитной конструкции, возводимой способом "стена в грунте" // НИЦ «Строительство». 2009. 32 с.

Студент 3 курса 31 группы ИСА Дашковский И.С.

Научный руководитель - доц., канд. техн. наук, доц. О.А. Ларсен

Научный руководитель - проф., д-р техн. наук, доц. А.И. Панченко

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Существует множество типов дорожного покрытия, но асфальт остается наиболее популярным среди них, особенно в России. Строительство асфальтированной дороги занимает намного меньше времени, чем строительство любой другой дороги. Это связано с тем, что асфальт высыхает очень быстро. В плане ремонта асфальт более удобен: отремонтировать можно именно поврежденный участок покрытия, заменять его полностью новым, как в случае с бетоном, необходимости нет.

Асфальт имеет отличные характеристики для переработки. Покрытие из него может быть заново уложено прямо на месте, предварительно переработанное с помощью особой спецтехники — ресайклера (рис. 1).



Рис. 1. Ресайклер

Рекультивация (переработка) асфальтового покрытия стала популярной в 1970-х годах из-за высокой стоимости сырой нефти во время арабского нефтяного эмбарго. Даже при изменчивых колебаниях нефтяного процесса эта концепция сохранилась [1].

Переработка асфальта используется как в больших масштабах (переработка асфальта на месте или переработка асфальта на заводе горячей смеси) так и в меньших масштабах. Для мелкомасштабной переработки асфальта разделяют асфальтобетонный материал на три различные категории: асфальтобетонная крошка, мелиорированное асфальтовое покрытие и асфальтобетонные фрезы.

В технологии асфальтовой крошки для ремонта выбоин используются куски неуплотненного первичного горячего асфальтобетона. Использование крошки - менее дорогостоящая, менее трудоемкая и более долговечная альтернатива ремонту выбоин с помощью холодной заплаты. Асфальтовая крошка также может быть

изготовлена из остатков материала, оставшегося от работ по укладке дорожного покрытия.

Мелиорированное (восстановленное) асфальтовое покрытие (РАП) - Reclaimed asphalt pavement (RAP) является полезной альтернативой первичным материалам, поскольку оно сокращает использование первичного заполнителя и количество первичного асфальтобетонного связующего, необходимого для производства горячего асфальтобетона.

РАП определяется как удаленный материал дорожного покрытия, содержащий асфальт и заполнители. Эти материалы образуются, когда асфальтовое покрытие снимается для реконструкции, восстановления покрытия или для получения доступа к подземным коммуникациям. При правильном измельчении и просеивании РАП состоит из высококачественных заполнителей с хорошей сортировкой, покрытых асфальтовым цементом.

Использование материала RAP имеет общепризнанные финансовые и экологические преимущества. Использование RAP также экономит энергию, снижает транспортные расходы, необходимые для получения качественного первичного заполнителя, и сохраняет ресурсы. Кроме того, использование мелиорированного асфальтового покрытия уменьшает количество строительного мусора, помещаемого на свалки, и не истощает невозобновляемые природные ресурсы, такие как первичный заполнитель и асфальтовое вяжущее.

Небольшие кусочки асфальта, полученные механическим шлифованием асфальтовых поверхностей, называются асфальтобетонными фрезами (рис. 2).



Рис. 2. Дорожная фреза

Мелкомасштабная переработка асфальта используется, когда требуется сделать меньший ремонт дорог по сравнению с крупномасштабной переработкой асфальта, которая делается для изготовления нового асфальта или для разрыва старого асфальта и одновременной переработки/замены существующего асфальта.

Иногда отходы производства, такие как асфальтовая кровельная черепица, дробленое стекло, или резину из старых шин добавляют в асфальтобетон, как в случае с прорезиненным асфальтом, но есть опасения, что гибридный материал не может быть легко переработан.

Использование переработанных резиновых частиц в асфальтобетонных вяжущих является экологически эффективной переоценкой утилизируемого материала. В отличие от использования шинной резины в качестве топлива для цементных печей, асфальтобетонное резиновое вяжущее использует исключительные эластичные свойства резины, позволяя при этом дальнейшую переработку асфальтобетонной смеси в конце срока службы.

Предполагается, что производство асфальтового каучука представляет собой, по существу, физическое взаимодействие между асфальтом и резиновыми частицами. Основным изменением в асфальто-резиновой композитной системе является набухание резины из-за миграции и взаимодействие составляющих асфальта, приводящее к образованию сшитой асфальто-резиновой молекулярной сети.

Разработка эффективного асфальтобетонного резинового вяжущего - это в основном экспериментальный процесс. Предполагая заранее заданный выбор компонентов, исследуется большое количество параметров (содержание, температура, продолжительность смешивания) для выбора оптимального сочетания этих факторов. Любая модификация предыдущих параметров изменяет свойства конечного продукта и накладывает экспериментальную поправку [2].

В заключение можно сказать, что переработка асфальта создает цикл, который оптимизирует использование природных ресурсов и поддерживает промышленность асфальтобетонных покрытий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Восстановленное асфальтовое покрытие в асфальтобетонных смесях: состояние практики [<https://rosap.nsl.bts.gov/view/dot/40918>]
2. Химия и технология нефти [https://www.studmed.ru/speight-jg-the-chemistry-and-technology-of-petroleum_9772a6741be.html]

Студентка 4 курса 31 группы ИСА Зимонас В.Р.

Научный руководитель – проф., д-р техн. наук, проф. С.В. Самченко

Научный руководитель – доц., к.т.н., доц. О.А. Ларсен

Научный руководитель – доц., к.т.н., доц. Д.А. Зорин

Стекло – один из тех материалов, которые имеют неограниченный потенциал для вторичного использования и не теряют своего качества в процессе переработки. Стекланные отходы составляют около 5% от всех твердых отходов мира [1].

Проблема утилизации мусора в целом и стекла в частности очень актуальна для всего мира. По данным Росприроднадзора, к началу 2018 года в России было накоплено 38 млрд 73 млн т промышленных и бытовых отходов на территориях, суммарно составляющих около 4 миллионов га. За 2019 год образовалось около 7750,9 млн тонн отходов, из которых 33,8% размещено на свалках и специальных полигонах, захоронено 15,2%, а утилизировано и обезврежено 50% (3881,9 млн тонн). Тем не менее, надо понимать, что обезвреживание отходов подразумевает под собой их сжигание. На переработку же идут только 8% отходов по данным Министерства природных ресурсов.

Работа с отходами стекла предполагает три основных сценария: (А) размещение на полигонах, (Б) захоронение отходов и (В) раздельный сбор и утилизация (переработка) стекланных отходов для дальнейшего использования в производствах.

(А). Хранение

В настоящее время от этого вида обращения стараются отказаться, но, тем не менее, этот способ все еще продолжает использоваться. Несмотря на то, что стекло само по себе не загрязняет почву и практически не выделяет вредных веществ при разложении, полигоны и свалки занимают огромные территории, которые могли бы использоваться с большей экономической и экологической выгодой. Также транспортировка мусора к полигонам и свалкам является в данном случае источником выброса CO_2 .

(Б). Захоронение

Данный способ заключается в использовании стекла в качестве материала для засыпки образовавшихся депрессионных воронок, в качестве дренажного и дополнительного покрывающего слоя или просто в захоронении отходов.

Плюс данного способа в сокращении использования природного сырья, такого как песок и гравий, для засыпки, что является экономически выгодным с точки зрения более низких цен на стекланные бой в отличие от стоимости природных материалов. Но из-за необходимости транспортировки сырья и работы

соответствующего оборудования также выделяется углекислый газ [2].

(В). Переработка

Для производства данного вида утилизации необходимо вначале организовать устойчивую систему сбора мусора и его разделения на государственном уровне. На данный момент в Российской Федерации нормативно выделяются два сорта стеклобоя:

- первый сорт; предполагает куски стеклобоя размером 10 - 50 мм с включениями примесей (металл, фарфор, бетон, песок и т.д.) 0,2 – 5%;

- второй сорт; для него не нормируются размеры кусков.

Одним из основных потребителей стекольных отходов являются предприятия по изготовлению стекольных тар, т.к. для их производства подходит сырье с меньшими требованиями по химическому составу. В настоящее время в производстве стеклотар используется до 95% отходов стекла.

Дробленное стекло транспортируется из предприятий по рекуперации материалов на стекольный завод для дальнейшей обработки. Сначала отделяются легкие вкрапления типа бумаги с помощью воздушных потоков, затем металл отделяется с помощью магнитов или вихретоковых сепараторов. Затем стекло дробится и разделяется по цвету. Это делается в связи с тем, что разные виды стекла имеют разный химический состав, из-за чего смесь из трех видов (прозрачное, зеленое и коричневое) является низкокачественной и, соответственно, низкой по цене [3].

Результаты исследований показывают, что переработка стеклотар значительно выгоднее, чем их захоронение: экономия энергии составляет 3,3 (1,3–5,7) ГДж, а предотвращение выбросов парниковых газов - 0,39 (0,25–0,53) тонн CO₂ на тонну стекла.

По данным компании ISOVER вторичное использование стекла в количестве 10% от общего сырья уменьшает выбросы CO₂ на 5%. Также на производство 1 тонны стекла из природных материалов требует в 3 раза больше энергии, чем создание расплава из стеклянных отходов. Это обусловлено тем, что для плавления уже готового стекла необходима меньшая температура (900 °С), нежели чем для плавления природных материалов (1400 °С).

Основными причинами, по которым внедрение отходов в производство имеет небольшое распространение, являются экономические аспекты, связанные с дополнительными затратами в

связи со сложностью разделения ТКО (дополнительное оборудование), транспортировкой (топливо, налоги), необходимостью разделения стекла по цвету, дополнительного дробления и очистки.

Опираясь на опыт таких стран, как США и Канада, в первую очередь необходимо создать четкую систему сбора отходов. Это подразумевает под собой организацию как централизованного (выделение стекла из смешанных отходов на специализированных предприятиях), так и селективного (сбор и сортировка на месте образования отходов) методов получения отходов стекла. Основной упор должен делаться именно на селективный метод, так как это частично экономит транспортные затраты и облегчает очистку материала. Необходимо создать единую систему налогообложение и создавать благоприятные условия для перерабатывающих и использующих отходы компаний (налоговые льготы и снижения тарифов).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Vossberg C., Mason-Jones K., Cohen B.* An energetic life cycle assessment of C&D waste and container glass recycling in Cape Town, South Africa. *Resources, Conservation and Recycling* № 88, 39–49. 2014;
2. *Tucker E., Ferraro C., Laux S., Townsend T.* Economic and life cycle assessment of recycling municipal glass as a pozzolan in portland cement concrete production. *Resources, Conservation & Recycling* № 129, 240–247. 2018;
3. Мелконян Р. Г. Экологические и экономические проблемы использования стеклобоя в производстве стекла: учебное пособие / Р. Г. Мелконян, С. Г. Власова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2013. – 100 с.

Студентка 4 курса 31 группы **Калмакова П.С.**

Научный руководитель - доц., к.т.н., доц. **О.А. Ларсен**

Научный руководитель – проф., д-р техн. наук, проф. **В.Н. Соков**

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ И ИХ КОЛИЧЕСТВО НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕТОНОВ

Композиционный материал — это материал, состоящий из двух и более компонентов, которые в свою очередь взаимонерастворимые.

Древесина — это внутренняя часть дерева, освобожденная от коры, состоящая из различных клеток разного вида.

Одной из актуальных проблем материаловедения является создание энергосберегающих и ресурсосберегающих материалов. На данный момент стоит задача снижение использование и экономия цемента, потому что стоимость цемента достаточно высока из-за удорожания сырьевых материалов, а также из-за высоких трат электроэнергии при его производстве. Поэтому все чаще задумываются о создании композиционного вяжущего, который в своем составе будет иметь возобновляемый ресурс, например, древесину и при этом содержать цемент, который имеет высокие прочностные показатели.

Для изготовления цементно-древесного композита можно использовать различные породы древесины. Самыми пригодными и популярными считаются хвойные породы, например ель и сосна, так как водные экстракты, содержащиеся в хвойных породах, имеют более высокое рН среды, чем породы лиственницы (табл.1). Крахмал, пектины, маннаны, пентозан, целлюлоза, дубители, водные вытяжки которых носят кислый характер (рН=3-5) — все это относится к экстрактивным веществам (табл.2).

Таблица 1. Значение рН древесины некоторых пород.

Порода древесины	В.Зандерман, М.Роткамм	Е.Кеер, В.Шилинг	В.С. Мурзин
Лиственница	4,3	4,7-5	-
Сосна	5,1	4,7-5,2	4,9-5,2
Ель	5,3	5,3	5,6

Таблица 2. Химический состав древесины хвойных и лиственных пород, % по отношению к абсолютно сухой древесине

Порода	Целлюлоза	Пентозаны	Маннан	Галактан	Зола
Ель	46,1	5,1	9,8	0,9	0,27
Сосна	39,6	5,9	11,1	1,9	0,20
Лиственница	34,5	7,8	6,1	15,0	0,12

Так как реакций нейтрализации заключается во взаимодействии кислоты и щелочи, то происходит снижение рН-среды. Это сказывается на гидратации цемента, так как гидролиз и гидратация происходит при рН-среды=11-12. При снижении скорости гидратации замедляется схватывание цемента, а следовательно, замедляется твердение. Поэтому древесные частицы, которые содержат часть гидроксидов, участвующие в реакции нейтрализации кислоты, снижают прочность композита.

На рисунке 1 представлены результаты испытаний по методике, описанной А.А. Пижуриным и М.С. Розенблитом. В воде затворения содержатся экстракты сосны, ели и лиственницы, а также раствор лимонной и соляной кислоты. Это сделано для того, чтобы показать влияние различных рН на прочность образцов. Также в исследовании учувствовала дистиллированная воды с показателем рН=7.

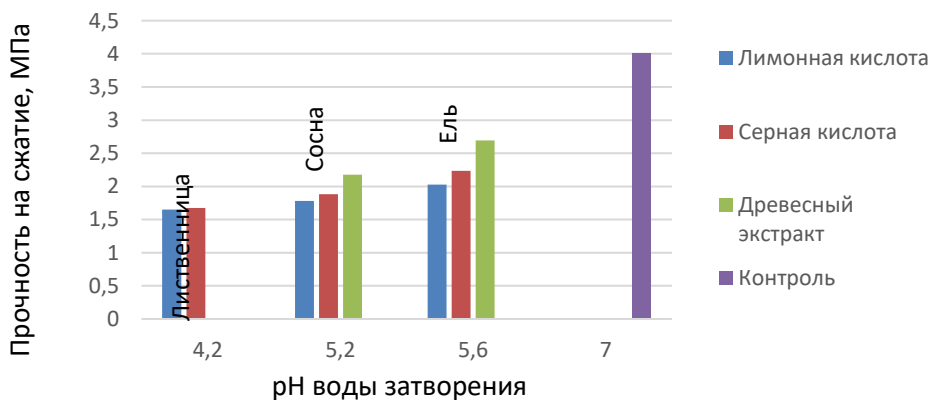


Рисунок 1 – Зависимость прочности на сжатие цементного раствора от уровня кислотности воды затворения

По данным данной диаграммы можно сделать вывод, что наибольшей прочностью обладают образцы с высоким показателем рН, так как в таких образцах нет веществ, которые будут расходоваться на

реакцию нейтрализации. При этом, наименьшей прочностью обладают образцы, у которых низкий показатель среды рН. Это связано с тем, что часть веществ расходуется на реакцию нейтрализации, которая ведет за собой нарушение структурообразования цементного камня, а значит и нарушение схватывание цементного камня [3].

На данный момент существуют различные теории взаимодействия полисахаридов и цемента. По одной из теорий при взаимодействии полисахаридов и цемента возникает сахарид кальция, который приводит к уменьшению концентрации ионов кальция. Данное взаимодействие приводит к нарушению процессов схватывания, а значит и к снижению прочности будущих образцов. в данном случае сахар выступает как защитная оболочка, которая препятствует образованию CSH-геля, тем самым замедляет процесс схватывания и твердения цементных зерен [2].

Другая теория утверждает, что сахар присоединяет к себе вещества, в составе которых находится алюминий. При этом силикат кальция становится изолированным от фазы гидратирования из-за растворения ионов, при этом образуется высокое содержание ионов в тесте. При осаждении продуктов гидратации, происходит адсорбция сахара, что в свою очередь замедляет процесс формирования структуры. После осаждения сахар объединяется с продуктами гидратации. Данная теория объединяет несколько идей адсорбции сахара на гидратированные частицы, что приводит к замедлению процессов гидратации цемента [1].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исследование закономерностей гидратации цемента в древесно-композиционных материала/ Пошарников Ф.В., Филичкина М.В. УДК 674.8(075) ГОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», Воронеж, Россия, 2011 г.

2. 6. Щербаков, А. С. Технология композиционных древесных материалов [Текст]: учеб. пособ. / А. С. Щербаков, И.А. Гамова, Л.В. Мельникова. – М.: Экология, 1992. – 192 с.

3. Влияние добавок на прочность цементного раствора, затворенного экстрактами хвойных пород/ Прокопьева Д.П., Руденко Б.Д. СибГТУ, г.Красноярск, РФ, 2012 г.

Студентка 3 курса 31 группы ИСА Караульная А.Р.

Научный руководитель - проф., д-р техн. наук, проф. С.В. Самченко

Научный руководитель - доц., канд. техн. наук, доц. О.А. Ларсен

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ СНОСИМЫХ ЗДАНИЙ В КАЧЕСТВЕ ПУЦЦОЛАНОВЫХ ДОБАВОК

Стоимость строительных материалов растет из года в год из-за высокого спроса, дефицита сырья и высоких цен на энергоносители. В 2010 году на отечественном рынке средняя стоимость портландцемента составляла примерно 2200 рублей за 1 тонну бездобавочного цемента. В 2020 году цена на такой же портландцемент выросла на 60%, что составило уже 3700 рублей за 1 тонну.

Стоимость портландцемента важна, но существует более важный вопрос – влияние производства цемента на окружающую среду производства. Производство 1 тонны цемента предполагает потребление 1,4 тонны исходного материала, потребление 1555 кВт/час энергии, а также выброс 0,9 тонны CO₂.

Огромное количество твердых отходов ежегодно образуется в ходе строительных, горнодобывающих, коммунальных, сельскохозяйственных и других процессов, что приводит к серьезному источнику загрязнения. Подсчитано, что только в строительной отрасли ежегодно образуется около 14,5 миллиона тонн твердых отходов, включая нежелательные остатки материалов от любой строительной деятельности.

Из изложенного выше можно сделать вывод, о необходимости альтернативного способа получения строительных материалов. Одним из таких способов является применение добавок на основе отходов сносимых зданий. Данная идея решает экологическую и экономическую проблему производства строительных материалов.

Были проведены значительные научные исследования по разработке новых строительных материалов из отходов строительства и сноса. Отходы сноса зданий, такие как наполнитель на основе керамической черепицы, отходы камнеобработки, микронаполнитель на основе бетонного лома, наполнитель на основе латеритовых отсевов, обладают пуццолановыми свойствами.

В настоящей статье рассказывается потенциальное использование различных отходов сноса зданий в качестве цементирующего материала. Благодаря доступности и легкости переработки в качестве мелкодисперсного материала, отходами переработки, используемыми в статье, являются отходы камнеобработки и наполнитель на основе

керамической черепицы, микронаполнитель на основе бетонного лома, наполнитель на основе латеритового отсева.

Исследуемые материалы были получены следующим способом:

1) Отходы деревообработки были собраны на лесопильном заводе, высушены и дополнительно измельчены и просеяны на сите с размером отверстий 90 микрон для получения порошка с дисперсностью, эквивалентной портландцементу. Затем их подвергли сжиганию в кольцевой печи для получения золы.

2) Наполнитель на основе керамической черепицы– измельченные бракованные отходы черепицы.

3) Микронаполнитель на основе бетонного лома – измельченный порошок, полученный путем дробления бетонных отходов разрушенных зданий.

4) Наполнитель на основе латеритового отсева– измельченные в шаровой мельницы отходы разрушенного сооружения.

В таблице 1 приведены характеристики материалов на основе сносимых зданий.

Таблица 1

Характеристика отходов сноса зданий

Отходы строительства	Плотность, г/см ³	Водопоглощаемость, %	Начало схватывания	Конец схватывания	Остаток на сите, %
Зола от сжигания отходов деревообработки	1,485	39	110	320	7
Наполнитель на основе латеритового отсева	2,86	30	220	410	14
Микронаполнитель на основе бетонного лома	2,49	36	65	10	14
Наполнитель на основе керамической черепицы	3,49	34	85	210	9
Бездобавочный цемент	3,01	30	115	195	4

Для определения пуццолановой активности применяют несколько способов исследования. Одним из них является определение электропроводности насыщенного раствора гидроксида кальция при диспергировании с образцами отходов сносимых зданий (рис. 1).

В результате анализа представленных материалов были сделаны следующие выводы:

Химический анализ показал, что зола от сжигания отходов деревообработки и наполнитель на основе керамической черепицы имеют более высокое содержание Fe_2O_3 и Al_2O_3 по сравнению с образцами микронаполнителя на основе бетонного лома и наполнителя на основе латеритового отсева, что свидетельствует о высокой пуццолановой активности.

Результаты сканирующей электронной микроскопии образцов показывают, что порошок черепицы имеет многочисленные мелкие частицы размером примерно 1 мкм. Текстура поверхности однородная и сферическая. В строении порошка черепицы прослеживаются более мелкие частицы по сравнению с другими образцами, что подтверждает пуццолановую активность материала.

Различные образцы отходов сносимых зданий были подвергнуты химическому анализу на аморфный кремнезем. Среди четырех образцов образец наполнителя на основе керамической черепицы имел самую высокую растворимую фракцию кремнезема, а микронаполнитель на основе бетонного лома – самое низкое значение.

Результаты исследования электропроводности показывают, что как образцы на основе отходов керамической черепицы, так и образцы отходов камнеобработки давали большие изменения электропроводности, что можно интерпретировать как хороший показатель пуццолановой активности [1].

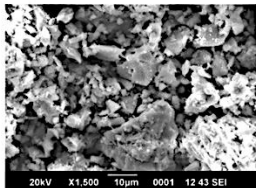


Рис. 1. Электронно-микроскопические снимки микронаполнителя на основе бетонного лома [1].

Для решения вопроса влияния производства портландцемента на окружающую среду можно предложить альтернативный вариант - использование отсевов камнеобработки и наполнитель на основе керамической черепицы, которая является пуццолановой добавкой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *J. Antony, D. G Nair. Potential of Construction and Demolished Wastes as Pozzolana // Procedia Technology. 2016. Vol. 25. P. 194 – 200.*

Студентка 4 курса 32 группы ИСА Колесина А.С.

Научный руководитель- доцент, к.т.н., доцент Б.И. Булгаков

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ 3D ПЕЧАТИ В СТРОИТЕЛЬНУЮ ОТРАСЛЬ

Уже давно научно-технический прогресс стал ключевым фактором развития цивилизации. Внедрение инновационных технологий во все сферы жизни человека и общества в целом изменило взаимоотношения между ними и окружающим миром.

Одной из таких технологий является стереолитография или, как мы чаще называем, 3D печать, являющаяся компьютеризированным процессом последовательного наслоения материалов друг на друга для создания трёхмерной формы объекта [1].

С 2008 года эта технология стало более доступной и простой, вследствие чего 3D печать стала внедряться во всевозможные сферы жизни человека, в том числе и в строительные технологии. Это произошло после того, как 3D печать получила широкое распространение для создания объектов сложной геометрической формы.

Целью моей работы стало изучение возможности и целесообразности применения 3D технологий в строительной индустрии.

Для начала следует разделить направления в строительной индустрии, в которых может найти свое место 3D печать. Во-первых, это технологическая часть в виде производства методом печати различных строительных изделий и конструкций. Во-вторых, это непосредственно сам процесс строительства (печати) здания.

В первом случае применение 3D печати позволяет упростить технологические процессы производства некоторых изделий и конструкций, так как с помощью 3D печати можно с легкостью создавать изделия сложной геометрической формы. К плюсам применения данной технологии также можно отнести то, что для создания того или иного строительного элемента большая часть необходимой информации уже существует в результате выполненного ранее проектирования. В строительной отрасли уже давно применяются технологии моделирования, такие как Autocad, что в свою очередь упрощает взаимодействие 3D печати и производства продукции. Одним из безусловных преимуществ 3D технологии является безотходное производство, так как при производстве (печати) изделия нет необходимости в опалубке, соответственно в ее смазке, а также снижается вероятность брака.

Однако есть и отрицательные моменты в применении данной технологии при производстве строительных изделий и конструкций. Во-первых, не все строительные материалы целесообразно производить методом 3D печати. Например, изоляционные и гидроизоляционные

материалы и некоторые кровельные материалы сложны в печати по 3D технологии, так как, как правило, они многослойны и получение некоторых из них предполагает вспенивание. Так же невозможно получение керамических материалов, требующих обжиг. Во-вторых, при 3D печати бетонных изделий их стоимость выше, а усадка больше, чем при применении тепловлажностной обработки.

Во втором случае, когда 3D печать применяется непосредственно на строительной площадке, следует принимать во внимание множество факторов. Для начала рассмотрим положительные стороны строительства зданий и сооружений с помощью 3D печати. Во-первых, скорость строительства возрастает по сравнению с традиционной технологией. Так, например, можно возвести здание в течение двух-трех дней, а при стандартном строительстве понадобилось бы около 6 месяцев. Во-вторых, 3D технология полностью безотходна. Это важно, поскольку на строительство приходится значительное количество различных вредных выбросов, и строительная деятельность генерирует большое количество отходов. Например, строительство типичного дома на одну семью приводит к образованию 3-7 тонн строительных отходов. Что касается потребления ресурсов, то более 40% всего используемого в мире сырья потребляется строительной отраслью. В-третьих, автоматизация процесса исключает получение возможных травм на производстве, так как при 3D строительстве необходимы только операторы. В-четвертых, любое отклонение от стандартных конструкций (например, использование криволинейных элементов вместо прямых стен) значительно увеличивает стоимость традиционного строительства, а при использовании 3D печати такие затраты исчезают в принципе [2]. В-пятых, сокращаются расходы на транспортировку необходимых материалов и оборудования на строительную площадку.

К отрицательным факторам можно отнести, как уже было сказано выше, невозможность на сегодняшний день использовать 3D печать для создания некоторых видов строительных материалов. Так же возникает вопрос, каким образом будет происходить бетонирование (печать) горизонтальных перекрытий, хотя компания “Apis Cor” утверждает, что разработала технологию, по которой 3D принтер способен напечатать как сам бетон для горизонтальных элементов зданий, так и опалубку для него за счет правильного выбора характеристик используемых сырьевых материалов, регулировки времени схватывания бетонной смеси и угла печати [3].

К минусам такого строительства также относится возможная большая усадка бетона, так как 3D печать производится слоями, а,

следовательно, имеет место большая открытая поверхность бетонных слоев, что способствует потере влаги. Важным фактором, который необходимо учитывать, является то, что 3D принтер теоретически должен быть больше, чем здание, которое он печатает. Однако, компания “Contour Crafting” решила эту проблему при строительстве башен с помощью роботизированной системы путём её постепенного подъёма на башню с опорой на слои затвердевшего бетона, расположенные ниже.

Применение 3D печати в производство строительных изделий и конструкций на сегодняшний день нецелесообразно за исключением получения нестандартных изделий сложной формы. Применение же 3D технологии для строительства зданий и сооружений осуществимо и имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным строительством, в том числе и потому, что использование 3D печати позволяет производить установку необходимых коммуникаций (водоснабжения, водоотделения и электрику) сразу при печати здания с помощью роботизированного механизма, который сразу после печати определённого количества слоев бетона вставляет трубы в необходимые места и производит их сварку. Такую технологию разработала компания “Contour Crafting”. Применение 3D печати позволяет уменьшить затраты на рабочую силу транспортные расходы, повысить темпы строительства, создавать сложные архитектурные формы, сделать процесс строительства более безотходным, снизить уровень шума, а также образование пыли и вредных выбросов. В результате создаваемое с помощью 3D печати жильё будет более экономически выгодным, что в свою очередь позволит снизить его стоимость.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Википедия [Электронный ресурс]: 3D принтеры. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/3D%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80> (дата обращения: 09.09.2020).
2. Building Construction [Электронный ресурс]: Contour Crafting URL: <https://contourcrafting.com/> (дата обращения: 09.09.2020).
3. IMPOSSIBLE PRINTING [Электронный ресурс]: Apis Cor URL: <https://www.apis-cor.com/impossible-printing> (дата обращения: 09.09.2020).

*Студент магистратуры 1 года обучения 31 группы ИСА Котов Д.А.
Научный руководитель - доц., канд. техн. наук Н.А. Гальцева*

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ
СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО ТЕХНОГЕННОГО
ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Отрасль производства строительных материалов – занимает важное положение среди отраслей строительства. Развитие отрасли в последние годы направлены на разработку и улучшение технологий производства, расширение базы производимых материалов и повышение качества согласно области их применения. Логистика производств находится под особым контролем и обеспечивает возводимые здания и сооружения строительным материалом, с преимущественным использованием местных [1].

Другая не мало важная задача, которая стоит перед предприятиями и отраслью, в целом это развитие методов и аналоговых технологий с целью уменьшения неблагоприятного воздействия производства строительных материалов на окружающую среду, а также при эксплуатации и утилизации продуктов производства [2].

Вторичное использование главных и попутных продуктов производства давно применяется людьми в разных видах производств. Для некоторых видов производства строительных материалов применимы данные решения. Одно из таких производств - это строительные смеси на основе гипсосодержащих продуктов [3].

Гипсовое вяжущее активно используется для производства большой номенклатуры строительных материалов. Таким образом продукты производств являющиеся гипсосодержащими подходят для вторичного производства, как основные, так и как дополнительные компоненты.

В Российской Федерации в данный момент реализуются разные виды производства, где попутным продуктом являются именно гипсосодержащие продукты.

Гипсовым веществом техногенного происхождения выступают самые разные продукты. В качестве примера рассмотрим такие продукты как цитрогипс и витаминный гипс. Добавками к таким материалам также возможно использовать продукты других производств например керамзитовая пыль и зола ТЭС.

За годы производства многие предприятия не нашли другого выходы как складировать или утилизировать подобные побочные продукты производства, теперь же все эти ресурсы могут быть использованы для производства новых современных материалов.

Демонстрацией отсутствия системы переработки техногенного гипса выступают территории единственное назначение которых это естественная фильтрация и захоронение вторичного ресурса в виде шлама.

Количество таких территории, а следовательно и производств обеспечивающих их вторичным ресурсом достаточно, для создания предприятия вторичной переработки, основными ресурсами которого

будут выступать вторичные материалы. Такое предприятие независимо от геологогеографического расположения природных ресурсов и его логистика может ограничиваться одним или несколькими ближайшими регионами поставщиками вторичного ресурса.

Согласно официальным данным одним из регионов который обратил внимание и дал развитие методам управления производством, а также утилизацией строительного материала является Белгородская область. Основой интереса к данным технологиям послужило наличие полигонов где за годы накопилось 5,5 тыс. тонн цитрогипса.

Многие регионы, научное сообщество, производители материалов постоянно проводят исследования с целью получения эффективных материалов на основе побочных гипсосодержащих продуктов.

Техногенное сырье в сравнении с первичным сырьем более энергонасыщенно, так как в процессе производства основного продукта получило часть энергоносителя. В результате производства основного материала, побочные продукты увеличивают прочность. Таким образом исходный материал вторичного производства может обладать повышенной прочностью, что повышает характеристики продукта, а кроме того уменьшает энергозатраты для вторичного производства. Дополнительными добавками в вторичном производстве могут выступать также побочные продукты. Такой подход обеспечивает решение экономических, технологических и экологических задач [4].

Однако помимо преимуществ при переработке техногенного сырья, имеют место быть трудности, одним блоком которых являются химический состав вещества и наличие примесей в составе побочного продукта, а другим блоком при углубленном изучении оказывается отсутствие подосновы и практическая сложность реализации данного подхода под действием многих факторов от несогласованности действий предприятий как поставщиков вторичного ресурса, до отсутствия технологических решений повышающих экономию энергии при производстве вторичного продукты за счет используемого энергонасыщенного сырья [5].

Существующие проблемы необходимо решать разработкой технологии производства строительного материала с повышенной энергоэффективностью учитывающей генетические особенности вторичного сырья, рецептурный состав при вторичном производстве должен быть многократно исследован и максимально подобран под требуемые характеристики конечного продукта, вторичное сырье необходимо изучать для получения новых продуктов на их основе.

Кроме новых производств следует обратить внимание на существующие и проанализировать модернизацию производства под

экологические необходимости нашего времени, а именно изучить выходные параметра попутных продуктов при разных условиях и выбрать условия при которых побочных продукты на выходе обладают характеристиками наиболее подходящим для их использования в вторичном производстве эффективных строительных материалов.

Делая вывод по исследуемой теме можно сказать что вторичное производство это направление которое необходимо развивать как в экономических так и в не менее актуальных экологических целях. Отрасль производства строительных материалов не исключает вторичное использование материалов, но нуждается в модернизации и среде где данный подход эффективно применим.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Едаменко А.С., Клименко В.Г.* О возможности использования техногенного сырья в производстве строительных материалов // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». 2013. № 1 (47). С.1-4.
2. *Гальцева Н.А.* Разработка закладочных смесей на основе модифицированного синтетического ангидрита // Сухие строительные смеси. 2018. №5. С.35-38.
3. *Погорелов С.А.* Экологические и технологические аспекты комплексного использования техногенного сырья. // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2004. №10. С 10-11
4. *Кочетков С.П., Брыль С.В., Смирнов Н.Н., Рухлина Н.И., Рухлин Г.В.* Методы кондиционирования техногенного сырья, используемого для получения вяжущих // *Ekologiya & Stroitelstvo*. 2017. №2. С 16-24.
5. *Чернышева Н.В.* Использование техногенного сырья для повышения водостойкости композиционного гипсового вяжущего // Строительные материалы. 2014. №7. С.53-56.

Студентка 3 курса 32 группы ИСА Лазарева В.В.

Научный руководитель - проф., д-р техн. наук, проф. С.В. Самченко

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. О.А. Ларсен

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА В ПРОИЗВОДСТВЕ ЦЕМЕНТА

Российская промышленность характеризуется высокими уровнями выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов, что отчасти объясняется устаревшими промышленными предприятиями с

неэффективными и нерациональными методами производства. В 2017 году прошли технические аудиты на нескольких российских заводах по производству цемента. На них было выявлено, что применение альтернативных видов топлива (АТ) сейчас на весьма невысоком уровне. Доля АТ оказалась сравнительно небольшой. В нее входили различные отходы шин и покрышек, камеры автомобилей и другие твердые измельченные отходы, которые в сумме составляли не более 10%. Все это обуславливается нехваткой альтернативных вариантов переработки отходов на заводах по производству цемента и отсутствием инфраструктуры, которая бы обеспечила наличие отходов достаточного качества и, как следствие, позволила бы создать устойчивый процесс обжига клинкера.

Для сравнения, цементная промышленность в Европейском союзе (ЕС) использует более 40% альтернативных видов ископаемого, смешанного топлива и топлива из биомассы в связи со значительной теплоемкостью производства серого клинкера.

Выгода от использования отходов в качестве АТ в производстве цемента, по оценкам ЕС, были рассчитаны для сценария с коэффициентом совместной переработки 60%. В результате представляется возможным:

- сократить объем выбросов CO₂ на 26,0 млн тонн,
- переработать 15,7 млн тонн отходов,
- сэкономить 11,1 млн тонн угольного эквивалента,
- избежать необходимости инвестирования 12,2 млрд евро в строительство специализированных электростанций, работающих на отходах.

Использование АТ является одним из основных подходов к снижению емкости CO₂ в производстве цемента. Один завод, работающий на смеси альтернативных видов топлива, содержащей от 30 до 40% биомассы, с коэффициентом замещения до 65% имеет возможность прямого сокращения CO₂ в количестве от 30 до 50 кг CO₂/т клинкера. По данным Международного энергетического агентства (МЭА), АТ может способствовать сокращению выбросов CO₂ на 0,9 млрд т во всем мире до 2050 года.

Во избежание оказания экологически значимых воздействий при сжигании отходов в клинкерной печи, необходимо проведение тщательных предварительных испытаний с обязательным мониторингом выбросов.

Практические, технические и различные экологические критерии определяют то, сколько АТ необходимо и его вид, подходящий для использования в цементных печах. Часто, эти критерии оказываются не

характерны для самих печей или для определенного региона. К примеру, наличие ограниченного количества отходов, или полная непригодность по экологическим причинам использования имеющихся отходов без их предварительной подготовки. Такая непригодность к использованию особенно характерна для переработанных муниципальных отходов, которые помимо неблагоприятных параметров горения могут иметь высокое содержание вредных веществ. Свойства пригодного для сжигания топлива в значительной степени определяются заводским оборудованием (например, наличием/ отсутствием декарбонизатора, наличием камеры сгорания или газификатора).



Рис. 1. Устройство загрузки отработанных шин

Как правило, АТ (а также альтернативное сырье) должны давать дополнительную теплотворную и материальную ценность цементной печи. Физико-химические свойства большинства видов АТ существенно отличаются от свойств обычных видов топлива. В то время как некоторые виды топлива (например, мука животного происхождения) могут быть легко использованы в цементной промышленности, многие другие могут вызвать технические проблемы из-за низкой теплотворной способности, высокого содержания влаги, крупного размера частиц или высокой концентрации хлора или других элементов в рассматриваемых отходах. В соответствии с основными правилами, для поддержания основного горения средняя теплотворная способность топливной смеси должна составлять не менее 18–22 ГДж/т топлива. При сжигании в декарбонизаторе возможно использование топливной смеси с более низкой теплотворной способностью - 11–13 ГДж/т топлива.

Отработанные шины и отходы резины являются одним из самых эффективных видов альтернативного топлива. Они имеют высокую теплотворную способность, и способ их совместной переработки

является одним из самых простых. Он заключается в подаче отработанных шин через входное отверстие печи. Устройство подачи также может быть усложнено установленными счетчиком учета или дозирующим питателем. Они дают возможность управлять весовым расходом и обеспечивают высокое качество дозирования подаваемого топлива. Это позволяет достичь коэффициента замещения от 10 до 20% общего необходимого объема тепловой мощности.

Таким образом, использование альтернативных видов топлива помогает решить не только экономические проблемы, но и множество экологических вопросов, таких как сохранение полезных ископаемых и уменьшение выброса CO₂. Применение АТ одним из актуальных вопросов в современном мире. Инвестиции в экологически безопасные технологии имеют решающее значение для будущего нашей планеты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бакланова Ю.О.* Мировые лидеры по производству альтернативного топлива // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2007. № 4 (12). С. 18-24.
2. *Хёниг Ф.* Технологии использования альтернативного топлива в цементной промышленности // Твердые бытовые отходы. 2019. № 1 (151). С. 22-27.
3. *Генджель Дж.Д.* Использование альтернативных видов топлива и сырья в цементной промышленности турции // Цемент и его применение. 2020. № 5. С. 48-49.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДВИЖНОСТИ УЛЬТРА ВЫСОКОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЕТОНОВ

Все большее применение в строительстве находят ультра высокофункциональные бетоны (англ. УНРС – Ultra High Performance Concrete). Отличительной особенностью УНРС являются высокие прочностные, деформативные и эксплуатационные характеристики. Прочность при сжатии УНРС находится в диапазоне 120...250 МПа, при изгибе – 10...50 МПа (в зависимости от вида и объемного содержания стальной фибры). В свежеприготовленном состоянии УНРС обладает высокоподвижной, зачастую самоуплотняющейся консистенцией [1].

Одной из проблем УНРС является отсутствие общепринятой методики проектирования состава бетона с заранее заданными свойствами. Как правило, состав бетона подбирается методом проб и ошибок с учетом особенностей исходного сырья, что сопряжено с большими затратами трудовых и временных ресурсов и появляется необходимость получения расчетных моделей, сокращающих экспериментальную составляющую при проектировании составов.

Для упрощения дальнейшей работы бетонная смесь рассматривается как двухфазная система, состоящую из зерен заполнителя и пасты. Под пастой понимается смесь вяжущего, воды, химических и минеральных добавок с размером частиц менее 100 мкм. Такой подход был предложен Пауэрсом в 60-х годах прошлого века [2]. Он показал, что при повышении прослойки пасты вокруг зерен заполнителя подвижность бетонной смеси будет повышаться, и наоборот. Эта концепция носит название теории избыточной пасты (англ. Excess Paste Theory) и в этой работе была взята в качестве основы.

Также известно, что подвижность бетонной смеси зависит от реологических характеристик самой пасты [3-6]. В классических трех- и четырехкомпонентных бетонах реология пасты регулируется водоцементным отношением, что учитывается в соответствующих методиках подбора состава. В УНРС эта зависимость носит более сложный характер в первую очередь в связи с использованием пластифицирующих добавок, на эффективность действия которых влияет большое число факторов. Для учета реологических характеристик пасты было принято решение использовать обобщающий параметр – подвижность пасты – определяемый по диаметру распыла из стандартного конуса.

Таким образом, в качестве переменных были использованы две величины: подвижность пасты - $R_{Кп}$ и толщина прослойки пасты вокруг зерен заполнителя - $d_{п}$. Величина $d_{п}$ определяется с учетом особенностей используемого заполнителя по формуле:

$$d_{п} = \frac{V_{п} - \frac{1-\Phi}{\Phi} \cdot V_{з}}{S_{уд}^{общ} \cdot m_{з}} \cdot 10^6, \quad (1)$$

где: $V_{п}$ – объем пасты в составе бетона, $м^3/м^3$; Φ – плотность упаковки заполнителя, $V_{з}$ – объем заполнителя в составе бетона, $м^3/м^3$; $S_{уд}^{общ}$ – удельная поверхность заполнителя, $м^2/кг$; $m_{з}$ – масса заполнителя, кг.

Для определения влияния величин $R_{Кп}$ и $d_{п}$ на подвижность бетонной смеси было испытано 3 серии составов с различными значениями $R_{Кп}$ и $d_{п}$. Подвижность бетонной смеси определялась путем измерения диаметра расплыва смеси из стандартного конуса по ГОСТ 310.4 под действием собственного веса.

На рисунке 1 показано изменение подвижности бетонной смеси ($R_{Кбс}$) в зависимости от значений $R_{Кп}$ и $d_{п}$.

Полученные данные были аппроксимированы уравнением вида:

$$y = a - b \cdot e^{-c \cdot x} \quad (2)$$

Коэффициенты a , b и c для различных значений $R_{Кп}$ были определены методом наименьших квадратов и представлены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что коэффициенты a и b увеличиваются линейно с повышением $R_{Кп}$. Коэффициент c меняется незначительно, поэтому его величина принимается постоянной, равной 0,041.

Таблица 1 Значения коэффициентов уравнения (2)

$R_{Кп}$, мм	a	b	c
313	265,8	180,2	0,0395
332	306,9	221,8	0,04
373	347,53	260,8	0,0416

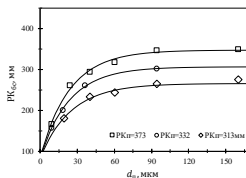


Рис.1 – Зависимость подвижности бетонной смеси от $d_{п}$ и $R_{Кп}$.

Для получения общей зависимости для бетонных смесей с пастой любой подвижности коэффициенты a и b были заменены на

соответствующие линейные функции и подставлены в уравнение (2), в результате чего было получено следующее уравнение:

$$PK_{6c} = (1,3 \cdot PK_{п} - 135,4) - (1,3 \cdot PK_{п} - 213,3) \cdot e^{-0,041 \cdot d_{п}} \quad (3)$$

Заменив $e^{-0,041 \cdot d_{п}}$ на K , получим упрощенное выражение для определения подвижности бетонной смеси:

$$PK_{6c} = 1,3 \cdot PK_{п} \cdot (1 - K) + 213,3 \cdot K - 135,4 \quad (4)$$

Уравнение (4) может быть использовано тремя различными способами:

1) Для определения подвижности бетонной смеси заданного состава с известным значением $PK_{п}$ и $d_{п}$;

2) Для определения подвижности пасты $PK_{п}$ для обеспечения требуемой PK_{6c} и фиксированным значением $d_{п}$;

3) Для определения величины $d_{п}$ при заданной $PK_{п}$ для обеспечения требуемой PK_{6c} .

По результатам проделанной работы была получена эмпирическая модель, которая может быть использована для расчета состава бетона с заданной подвижностью бетонной смеси.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Bajaber M.A., Hakeem I.Y.* UHPC Evolution, development and utilization in construction: a review // JMR&T – 2021. 10. Pp. 1058-1074.
 2. *Powers T.C.* The properties of fresh concrete // John Wiley and Son – 1968.
 3. *Jiao D., Shi C., Yuan Q., An X., Liu Y., Li H.* Effect of constituents on rheological properties of fresh concrete – A review // Cement and Concrete Composites – 2017. 83. Pp. 146-159.
 4. *Наруть В.В., Ларсен О.А.* Самоуплотняющиеся бетоны на основе бетонного лома сносимых жилых зданий // Промышленное и гражданское строительство. – 2020. – № 2. – С. 52–58. DOI: 10.33622/0869-7019.2020.02.52-58.
 5. *Наруть В.В., Ларсен О.А.* Оптимизация состава самоуплотняющегося бетона на основе бетонного лома для полов промышленных зданий // БСТ – Бюллетень строительной техники. – 2020. – № 3 (1027). – С. 56-59.
 6. *Ларсен О.А., Наруть В.В., Воронин В.В.* Технология переработки бетонного лома с целью получения самоуплотняющегося бетона // Строительство и реконструкция. – 2020. – № 2 (88). – С.61-66. DOI: 10.33979/2073-7416-2020-88-2-61-66.
- Студент магистратуры 1 года обучения 31 группы ИСА Мелихов Д.О.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц О.А. Ларсен*

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЩЕЛОЧЕСИЛИКАТНОЙ РЕАКЦИИ

Стекло является перерабатываемым материалом, и многие страны прилагают усилия для получения нового стекла из отходов стекла. Переработка стекла имеет много преимуществ как с экологической, так и с экономической точек зрения. Однако в большинстве случаев программы переработки стекла не могут добиться большого успеха. Согласно статистике Агентства по охране окружающей среды, в 2009 году американцы переработали только 26% произведенного стекла. Это привело к тому, что 8 миллионов тонн отходов стекла были выброшены на свалку.

Наличие примесей и частиц смешанного цвета стекла в потоке отработанного стекла делает операцию переработки слишком сложной или дорогостоящей. Поэтому крайне важно развивать альтернативные рынки сбыта не подлежащих вторичной переработке стеклянных частиц. Было проведено много исследований по использованию отходов стеклобоя в строительной промышленности, таких как использование промытого стеклянного песка в качестве мелкого заполнителя в бетонных изделиях или пеностеклянного щебня уже в качестве крупного заполнителя для бетона. Одной из основных проблем, связанных с использованием пеностеклянного щебня, является возможность возникновения щелочесиликатной коррозии, проходящей на его поверхности с содержащимися щелочами портландцемента. Продуктом такого взаимодействия является образование геля (рис. 1), который далее увеличивается в объеме, вызывая напряжения в теле бетона и его разрушение [1].

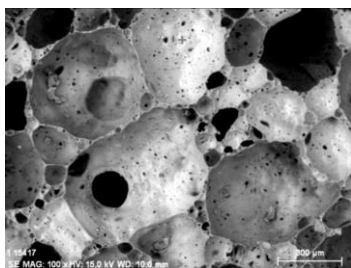


Рис. 1. Структура пеностеклянного щебня [1]

Степень расширения, вызванного реактивными частицами стекла, зависит от многих параметров, включая размер частиц, цвет и количество стекла в смеси. Учеными было обнаружено, что кремневое стекло реагирует больше, чем янтарное и зеленое стекло, кроме того, увеличение размера частиц до 12 мм приводило к большему расширению. Так же, исследователи наблюдали различные результаты с точки зрения размера частиц и утверждали, что при размере частиц до

100 мкм частицы стекла улучшают микроструктурные свойства и никакого вредного эффекта из-за щелочесиликатной реакции не наблюдается [2].

Основными мерами борьбы с реакционноспособным заполнителем и как следствие щелочесиликатной реакцией являются:

- добавление воздухововлекающих добавок, для создания микропористой структуры;
- использование минимального расхода цемента;
- добавки, которые способствуют уменьшению количеству щелочей в цементе [2].

Для оценки реакционной способности заполнителей в настоящее время существуют ускоренные методы лабораторного исследования щелочесиликатной коррозии. За рубежом существует четыре ускоренных метода, одним из которых является ультра-ускоренный способ с использованием автоклава. В нашей стране испытание на определение щелочесиликатной реакции заполнителей регламентируется ГОСТ 8269.0 – 97 «Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний». Образцы бетона погружают в емкость с дистиллированной водой, чтобы уровень воды над образцами был не менее 20 мм, закрывают крышкой и на сутки помещают в печь с температурой 80 °С, после чего охлаждают в полиэтиленовых пакетах до 20 °С, не меньше 4 часов.

Из емкости выливают дистиллированную воду и наливают 1 М раствора NaOH, чтобы уровень раствора над образцами был не менее 20 мм. Далее проводят операцию нагрева и охлаждения, как в операции с дистиллированной водой, цикл завершается. По окончании каждого цикла раз в сутки в одно и то же время проводят измерения образца. Необходимо провести не менее одиннадцати измерений деформации. После чего составляется график зависимости (рис. 2).

Для изучения механических свойств бетона, подверженного воздействию коррозии, необходимо контролировать содержание щелочи в бетоне и температуру автоклавной обработки, поскольку высокое содержание щелочи при добавлении NaOH и высокая температура внутри автоклава влияют на механические свойства бетона.

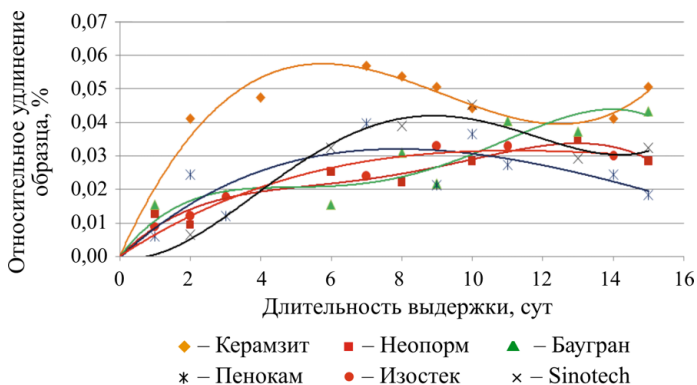


Рис. 2. Исследование щелочесиликатной реакции пеностекольного щебня [1]

Щелочесиликатная реакция влияет на все механические свойства бетона (прочность на сжатие, изгиб, прямое и косвенное растяжение, модуль упругости). Прогресс данной реакции приводит к снижению этих свойств.

Снижение механических свойств бетона зависит от различных факторов, таких как степень реакционной способности заполнителей, размера заполнителя. Появление и развитие трещин из-за щелочесиликатной реакции является критическими параметрами, которые серьезно влияют на механические свойства бетона даже в образцах с одинаковой структурой. Этот эффект очевиден для различных свойств бетона: прочности на сжатие и прочности на изгиб.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Саулин Д. В., Рожкова А.В. Исследование щелочесиликатного взаимодействия пеностекольных наполнителей с цементным вяжущим // Вестник ПНИПУ. 2017. С. 89 – 105.
2. RILEM TC 106-2. Detection of potential alkali-reactivity of aggregates. The ultra-accelerated mortar-bar test // Materials and Structures/Materiaux et Constructions. – 2000. – Vol. 33. – P. 283–293.

*Студенты 4 года обучения 32 группы ИСА Наумчик И.О., Полозов А.А.
 Научный руководитель - доц., канд. техн. наук, доц. О.А.Ларсен
 Научный руководитель - аспирант В.В. Наруть*

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ БЕТОНОВ ДЛЯ ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, СОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦЫ TiO_2

Загрязнение воздуха, в особенности оксидами азота (NO , NO_2), вызванное дорожным движением и выбросами промышленных предприятий, является главной проблемой в современных городах. [1].

Фотокатализ – изменение скорости или возбуждение реакций окисления и восстановления под действием света в присутствии фотокатализаторов, поглощающих кванты света и участвующих в химических превращениях реагентов [2]. Фотокаталитические свойства материалов – результат существования в них валентной зоны проводимости.

Фотокаталитический бетон – бетон, в состав которого введён фотокатализатор при приготовлении бетонной смеси, пропиткой или нанесением-покрытия.

Диоксид титана (TiO_2) в низкой концентрации применяется в качестве фотокатализатора. Он выделяется тем, что химически стабилен, безвреден и относительно дешевый.

Так как проблема загрязнения атмосферы оксидами азота наиболее актуальна для городской среды [1], в качестве теоретического изделия для расчёта состава тяжёлого фотокаталитического бетона была выбрана трёхслойная наружная стеновая несущая панель по ГОСТ 31310-2015. Данное железобетонное изделие имеет большую площадь поверхности и является частью надземной конструкции жилого здания, что даёт ему доступ к молекулам воды и квантам солнечного света. В работе применялись следующие виды материалов:

- портландцемент ЦЕМ I 42,5Б (Ц), ООО «Холсим (Рус) СМ»;
- щебень из гравия фракции 5-20 (Щ), ЗАО «Мансуровское карьероуправление»;
- песок 1-го класса с $M_k=2,55$ (П), ЗАО «Мансуровское карьероуправление»;
- суперпластификатор SikaPlastiment BV-3-M (СП), ООО «Зика»;
- диоксид титана марки R-996 с рутильным типом кристаллической решётки, «LOMON»;
- вода водопроводная.

Был произведён расчёт 4-х составов фотокаталитического тяжёлого бетона (Б) класса прочности на сжатие B15, марки по подвижности ПЗ по методике с количеством TiO_2 0%, 1%, 2% и 4% от расчётной плотности бетонной смеси. В таблице 1 представлено количество компонентов в составах бетона.

Таблица 1

Составы бетона

№ сост.	Компоненты бетонной смеси					
	Ц	В	П	Щ	TiO ₂	СП
Контрольный	240	190	930	1015	0	1,92
1	240	190	920	1000	24	1,92
2	240	190	910	995	48	1,92
3	240	190	890	985	96	1,92

Предварительно TiO₂ был смешан с крупным и мелким заполнителями в смесителе, затем был введён портландцемент, и после повторного перемешивания – вода и пластифицирующая добавка. Далее были определены подвижность и плотность бетонной смеси (БС), и изготовлены контрольные образцы по ГОСТ 10181-2014. При определении подвижности БС наблюдалась прямая зависимость увеличения связности БС от увеличения количества TiO₂. Образцы были помещены в камеру нормального твердения, где твердели по ГОСТ 10180-2012. По истечению 7-ми и 28-ми суток контрольные образцы бетона были испытаны на сжатие по ГОСТ 10180-2012. Результаты испытаний бетонной смеси и бетона представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты испытаний бетонной смеси и образцов бетона

№ сост.	Характеристики Б и БС				
	ОК	R _{6с} , кг/м ³	R ₆ , кг/м ³	R ₇ , МПа	R ₂₈ , МПа
Контрольный	11	2333	2289	16,1	22,1
1	11	2340	2293	15,9	21,3
2	14	2362	2315	14,1	20,1
3	15	2390	2344	13,4	19,3

На следующем этапе исследования была произведена оценка качества их поверхности по ГОСТ 13015-2012. Поверхность образцов из состава №1 относятся к категории А4, а образцов составов №2 и №3 – к категории А3. Внешний вид образцов приведён на Рисунке 1.



Рис. 1 – Контрольные образцы бетона составов №1, №2, №3

На основании проведённого исследования можно сделать следующие выводы:

- TiO_2 способствует повышению связности и подвижности бетонной смеси;
- TiO_2 повышает плотность бетонной смеси и бетона;
- увеличение TiO_2 уменьшает прочность бетона пропорционально его количеству;
- с повышением дозировки TiO_2 выше 2% от расчётной плотности бетонной смеси качество поверхности не подвергается значительному улучшению, однако продолжает заметно изменяться цвет бетона;
- составы с TiO_2 требуют интенсивного перемешивания до состояния однородной массы для лучшего его распределения по объёму, а также высокочастотного вибрирования формы для избавления от излишек воздуха и получения высокого качества поверхности изделия;
- методом интерполяции было выяснено, что для одновременного получения качественной поверхности изделия и достижения проектной прочности бетона оптимальное количество TiO_2 – 3% от расчётной плотности бетонной смеси, также следует использовать карбоксилатный суперпластификатор с высоким водоредуцированием;
- применение фотокаталитического бетона не требует фасадной отделки, данные бетоны обладают свойством самоочистки, а также способствуют очистке воздуха в городской среде.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Лабораторные измерения и охрана труда / “Аккредитованная лаборатория по измерениям и исследованиям” [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://laboratoria.by/stati/ox-azota>

Murata Y, Obata H, Tawara H, Murata K. NOx-cleaning Paving block. US Patent Office. Patent NO.5861205, 1999.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ БЛАГОУСТРОЙСТВА ДОРОГ

Для физического обособления дорожного покрытия широко используются бордюрные блоки. Этот материал находит применение при обустройстве тротуаров, автодорог, клумб, для выделения пешеходных зон. В большинстве случаев технология изготовления бордюров подразумевает получение каменных или бетонных блоков. Первый вариант, ввиду сложности изготовления и высокой стоимости, подходит только для частного использования на небольшой территории [1].

В наше время практически везде используется бордюрный камень, изготовленный из бетона. Это благодаря ценовой доступностью материала и его исходных компонентов – воды, песка, цемента и ряда специальных добавок, наполнителей. Нередко в состав бордюрного блока входит также арматура – она усиливает конструкцию, вследствие чего изделие получается более прочным [1].

Но спрос на тротуарную плитку на протяжении последних десятилетий был в большом упадке, так как предпочтение отдавалось асфальту и бетону. Сейчас же у этого материала наблюдается новый этап популярности, потому что плитка даёт огромное пространство для реализации художественных замыслов, она достаточно практична и доступна по цене. Новые технологии улучшили её характеристики и обеспечили повышенную износостойчивость и долговечность, которые раньше считались её главными слабыми местами.

Сейчас тротуарная плитка может соответствовать любым назначениям и функциям, поэтому она расширила область применения: с её помощью оборудуют тротуары и дорожки, её используют для замощивания частных дворов или городских площадей, ею оснащают территории вокруг бассейнов и т.д. Это требует не только применения различных материалов, но и принципиально других технологий укладки. На данный момент самые новые виды тротуарной плитки изготавливаются двумя основными методами:

- вибропрессование;
- вибролитьё.

Изготовление вибропрессованной плитки подходит для массового выпуска, оно недорогое и характеризуется низкой потребностью в

человеческом ресурсе, так как большинство этапов происходят автоматически. Аппаратчик, как правило, только контролирует все этапы [3-5].

Основа, на которой установлены формы, находится в непрерывном вибрирующем движении. За счёт вибрации смесь равномерно усаживается и распределяется по матрице. Сверху на бетонную массу опускается пресс, который полностью повторяет форму матрицы, и давит на неё с заданной силой, одновременно вибрируя.

Через пару минут форма и пресс расходятся в разные стороны, а на поддоне остаётся готовый материал, который будет обладать очень строгим по точности геометрическим рисунком.

Такой тип тротуарной плитки используется для мест с высоким износом: общественные места, площади, автодороги, городские тротуары. Его нередко сравнивают с искусственным камнем, потому что с его прочностью могут конкурировать не все материалы даже природного происхождения.

Вибролитьевая технология начинается с укладки бетонного состава в специальную форму, заранее изготовленную из пластика. Заготовка помещается на вибростол, где на протяжении некоторого времени происходит вибрационное распределение смеси по периметру. После полной усадки форму помещают в место с повышенной температурой, где за день происходит окончательное застывание. Затем готовое изделие извлекают из формы.

Вибролитьевая продукция используется тогда, когда нужно выложить двор или приусадебный участок. Хотя она не настолько изнаноустойчива по сравнению с вибропрессованной, но даёт больший диапазон художественных форм, позволяет изготавливать оригинальные пешеходные дорожки, имеет приятную шероховатость.

Цемент не должен содержать минеральные добавки свыше 5%, а также трехкальциевый алюминат свыше 8%. Водоцементное отношение не может превышать 0,4, а количество воздуха в смеси должно находиться в пределах 4 – 5%. Для обеспечения высоких показателей по морозостойкости в бетонную смесь вводятся специальные добавки с воздухововлекающим эффектом.

Рецепт искусственного камня для вибропрессования отличается отсутствием инертных заполнителей крупностью более 5 мм. Технология предполагает уплотнение при прессовании смеси с одновременной вибрацией, что сказывается на требованиях по содержанию воды.

Таблица 1- Состав раствора для тротуарной плитки

Компоненты(добавки)	Пропорции для изготовления в %	На 1 м. кв. плитки	На 1 м. куб. раствора
Цемент М500	21	30 кг	500 кг
Отсев или мелкий щебень	23	32 кг	540 кг
Песок	56	75 кг	1300 кг
Пластификатор С-3	0,7 от массы бетона	50 гр	1,9 литра
Краситель	7 от массы бетона	700 гр	10 кг
Вода	5,5 от массы бетона	8 литров	130 литров

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Александров В.Д.* Тротуарная плитка. Материалы и технологии. Познавательная книга, 2010 г.
2. *Громова Н.И.* Производство неметаллических строительных материалов. Методическое пособие. ВСИ, 2003 г.
3. *Шашов Л.О.* Мобильный комплекс по переработке отходов автомобильных покрышек и по производству резиновой тротуарной плитки // Ростовский научный журнал. 2017. № 6. С. 322-325.
4. *Исхаков Х.А., Богомоллов А.Р.* Зола уноса - сырье для производства тротуарной плитки // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2010. № 3 (79). С. 98-100.
5. *Пугин К.Г., Волков Г.Н., Мальцев А.В.* Тротуарная плитка с шлаковым заполнителем // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2012. Т. 3. С. 82-86.

Студентка 4 курса 31 группы ИСА Паценко Е.Р.

Научный руководитель – доц., канд. тех. наук, доц. О.А. Ларсен

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ

АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Мировая экологическая ситуация привлекает к себе все больше внимания. Утилизация шин с истекшим сроком годности является глобальной экологической проблемой. непригодные для использования шины выбрасываются разными способами, например, сжигание, засыпка, а также использование в качестве топлива или переработка для строительных материалов.

Сжигание шин небезопасно для окружающей среды, так как выделяется густой черный дым, который ухудшает видимость и загрязняет окрашенные поверхности. Ядовитые выбросы газов включают полиароматические углеводороды, CO, SO₂, NO₂ и HCl. Сажа, оставшаяся после сжигания, загрязняет почву [1].

Использование резины в качестве топлива экономически невыгодно. Технический углерод, производимый из шин, дороже и имеет более низкое качество по сравнению с тем, который производится из нефтепродуктов [1].

Кроме того, шины могут использоваться в различных областях строительства, например, в геотехнических работах, в дорожном строительстве, в сельском хозяйстве или в виде заполнителя в изделиях на основе цемента.

Автомобильная шина состоит из каркаса, слоев брекера, протектора, борта и боковой части. В брекере нити корда расположены диагонально независимо от конструкции шины. Корд бывает текстильным, стекловолоконным или металлическим. В легковых машинах применяется текстильный или стеклянный корд. В грузовых – металлокорд.

В настоящее время использование утилизированных шин и его компонентов (армирующие материалы, резиновая крошка и многое др.) нашли применение в производстве бетона. Фибробетон – это бетон, армированный дисперсными волокнами-фибрами [2, с. 339]. Волокна, входящие в состав шинного корда, относятся к низко модульным, они добавляются в бетонную смесь для повышения устойчивости и для оказания положительного свойства на деформации в раннем возрасте.

A. Barišević и др. исследовали влияние очищенного и неочищенного шинного корда на прочность, модуль упругости, усадку и морозостойкость в соленом растворе фибробетона.

Впервые метод очистки синтетических волокон от металлических и текстильных включений, а также от резиновой крошки различных

фракций предложен А. Varičević и др [3], продемонстрирован на рисунке 1.

Неочищенный корд помещается вместе с резиновыми шариками в верхнее сито конструкции, состоящей из 4 сит с размером отверстий 0.25, 0.71, 2 и 4 мм. Конструкция устанавливается на вибростол и подвергается встряхиванию. Обработка происходит в 2 этапа. 2 этап отличается от 1 наличием пневматического оборудования, создающего воздушный поток, который препятствует оседанию фибры вместе с резиновой крошкой на дно установки. На основании проведенного эксперимента был сделан вывод, что неочищенный шинный корд состоит из 15% чистой фибры, 20% фибры, загрязненной мелкой фракцией резиновой крошки 65% резиновой крошки.

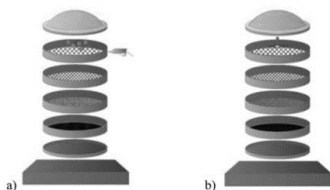


Рис. 1. Установка, созданная А. Varičević и др: а) 1-ая стадия обработки; б) 2-ая стадия.

Fabio P. Figueiredo и др. [4] создали конструкцию, состоящую из деревянной рамы с закрепленными на ней нейлоновыми нитями, деревянного короба и воздуходувки. Процесс интеграции начинается с размещения некоторых волокон поверх сетки, затем струны возбуждаются вручную, и вибрация струны распутывает волокна, рис. 2. Под рамой размещается бункер для сбора волокон.



Рис. 2. Оборудование для очистки волокон: а) струны, возбуждаемые вручную; б) волокна, интегрируемые в бетонную смесь

Varičević et al. [3] показали, что при добавлении шинных волокон в количествах 5, 10 и 15 кг/м³ приводит к снижению прочности на сжатие через 48 часов на 4,9, 9,3 и 17,8%. Добавление очищенных волокон в количестве до 5 кг/м³ привело к уменьшению прочности на сжатие 5%. С. Meng et al. [5] подтвердили, что при добавлении фибры до 5 кг/м³ (4,8 кг/м³) не оказывают значительного уменьшения прочности на сжатие,

тогда как при количестве более 5 кг/м³ (9,6 кг/м³) прочность на сжатие через 7 дней составила 23,0%, а через 28 дней была уменьшена на 17,7%.

С. Meng et al. [5] изучили, что при непрерывном включении волокон в количестве 4,8 и 9,6 кг/м³ прочность на изгиб уменьшилась на 2,1% и 3,6%. Однако, если сравнивать с эталонной смесью, прочность на изгиб у образцов с фиброй увеличилась на 3,6%, 9,6%, 7,3% и 5,6%. Также они делают вывод, что плохое распределение волокон внутри образца влияет на уменьшение прочности на изгиб. В исследовании А. Baričević et al. [3] доказано обратное, что при добавлении меньшего количества волокна в торкрет бетон (wet-sprayed concrete) – прочность на изгиб уменьшается, а при большем количестве – увеличивается.

Анализируя исследования [3-5], можно сделать вывод, что при добавлении волокон шин отсутствует повышение прочности на сжатие бетона. Добавляя очищенное и смешанное волокно в количестве до 5 кг/м³, не наблюдается снижения прочности на сжатие, однако при дозировке более 10 кг/м³ снижение прочности обеспечено. Прочность на изгиб у образцов с фиброй увеличилась, либо уменьшилась при плохом распределении волокон.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А. *Mohajerani*, Recycling waste rubber tyres in construction materials and associated environmental considerations: A review // Resources, Conservation & Recycling – 2020. Vol 155
2. Рабинович Ф. Н. Композиты на основе дисперсно армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции: монография. М.: АСВ, 2004. 560 с.
3. Baričević A. Influence of recycled tire polymer fibers on concrete properties // Cement and Concrete Composites – 2018. Vol. 91. P. 29-41.
4. Fabio P. *Figueiredoa*, Asif Hussain Shaha, Shan-Shan Huanga, Harris Angelakopoulosb, Kypros Pilakoutasa, Ian Burgess. Fire Protection of Concrete Tunnel Linings with Waste Tyre Fibres // Procedia Engineering 210. – 2017. Vol. 10. P. 472–478.
5. Chen M. Flexural fatigue behaviour of recycled tyre polymer fibre reinforced concrete // Cement and Concrete Composites. – 2020. Vol. 105.

Студент 3 курса 32 группы ИСА Половинкин А.Д.

Научный руководитель - доц., канд. техн. наук, доц. О.А. Ларсен

Научный руководитель - доц., канд. техн. наук, доц. Д.А. Зорин

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Современная строительная индустрия включает в себя множество необычных и, в каком то смысле, футуристичных методов. Так например,

строительство с применением аддитивных технологий, или простым языком, с использованием полномасштабных 3D принтеров. Ещё в 1986 г был создан первый 3D принтер, а так как в наше время в строительную сферу пытаются ввести любую интересную технологию, технологию 3D печати никак не могли пропустить.

Ведь аддитивные технологии имеют ряд преимуществ над стандартными методами строительства, например:

- высокая скорость возведения конструкций, что позволяет более экономно использовать ресурсы, затрачиваемые на поддержание работы на строительной площадке[1];
- конструкция имеет повышенную монолитность, из-за технологии непрерывного нанесения слоя на слой;
- минимальное количество персонала для обслуживания, повышает удобство начала строительства и понижает захламление строительной площадки;
- повышается возможность разработки нетепличных дизайнерских решений конструкции, при минимальном увеличении стоимости;
- экологичность, что снижает нагрузку на окружающую среду, материалы, для 3D-печати, включают бетон, пластик, сырую почву и природные отходы из цепочки производства риса[1];
- потенциал, НАСА уже планирует использовать 3D-печать для колоний на Марс.

Для нормального функционирования 3D принтера, необходимо разработать механизм и программное обеспечение для нормальной работы, а так же строительную смесь для непосредственной печати. В первых двух сферах проблем нет, благодаря тридцатилетнему опыту использования 3d технологий в разных сферах. Однако остаются ещё вопросы, касательно смеси для печати, именно поэтому на данный момент есть огромное число видов подобных смесей, выбор которых зависит как от региона, так и от назначения [2].

Естественно, смеси, используемые при «печати» сооружений должны иметь нестандартные свойства, а поэтому и соответствующий им состав. Тем не менее, в большинстве случаев для 3D-принтеров пытаются использовать существующие сухие строительные смеси. Смесь должна быть достаточно пластичной, и в меру густой., то есть нужна смесь с адекватной консистенцией и удобоукладываемостью, чтобы бетон правильно выдавливался через печатающую головку и вскоре набирал достаточную прочность, чтобы нижние слои бетона не

деформировались. Но если смесь слишком быстро застывает, принтер может засориться [3].

Как и для любой другой строительной смеси, для разработки её состава необходимо определиться с требованиями, предъявляемым к такому бетону [3].

Таблица 1 Общие требования к составам мелкозернистого бетона для строительного 3D-принтера

Требования к самой смеси	Связность сплошность
	Способность сохранять форму
	Регулируемость сроков схватывания
	Способность полноценной гидратации в тонком слое
Требования к затвердевшему бетону	Обеспечение прочности сцепления между соседними слоями
	Прочностные характеристики в проектном возрасте
	Деформационные характеристики
	Ограничение усадочных деформаций
	Морозостойкость
	Регулируемость кинетики твердения

Как и было выше сказано, состав смесей сильно зависит от назначения и региона. Например компания Apis Cor, при строительстве своего здания в Москве использовали смесь состоящую из цемента, песка, геополимеров и волокон. А для укрепления они разместили арматуру из стекловолокна между внутренней и внешней стеной, и там же напылили смесь на основе полиуретана для изоляции.

Или компания Winsun Напечатали с помощью 3D-печати десять этажн дома в течение 24 часов . Их режим печати - удаленный, когда компоненты обычно печатаются на заводе. Затем эти компоненты транспортируются и собираются на месте. Их специальная смесь материалов состоит из цемента, песка и волокна, а также нескольких добавок для улучшения строительной способности. Они разработали свою смесь таким образом, чтобы она не производила отходов, а также была экологически чистой [2].

Так же имеются интересные проекты по типу экологического дома от WASP. Их специально разработанная смесь материалов для 3D-печати

состояла из почвы, рисовых волокон и извести.

Как и Tvasta, которая вместе с ИТ Madras разработала специальный бетон, а основе которого обычный портландцемент, но с более низким водоцементным соотношением. Они усиливают его аморфными металлическими волокнами, либо пластиковыми волокнами. Конструкция состоит из 12-миллиметровой арматуры на всех четырех углах для анкерки и в полых частях стены для прочности на растяжение [2].

На данный момент технология имеет многие сложности реализации, и возможно, так и не найдёт применения в некоторых специфических условиях. Но большая часть сооружений строятся в относительно обычных условиях, что позволяет аддитивной технологии, может и не сейчас, но в ближайшем будущем точно занять главенствующее место среди других. А смеси, используемые при таком строительстве и являются основой применения этой технологии, так как именно разработка правильной смеси для печати является главной задачей строительства с использованием 3D принтеров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://elibrary.ru> Дата обращения 30.01.21.
2. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://all3dp.com/2/3d-printed-house-3d-printed-building> Дата обращения 30.01.21.
3. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://xn--p1acdn.xn> Дата обращения 30.01.21.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВОВ КОМПОЗИЦИОННОГО ВЯЖУЩЕГО НА СВОЙСТВА ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО БЕТОНА

Гидротехнические бетоны – это бетоны, применяемые для возведения сооружений или их отдельных частей, постоянно или периодически пребывающими под воздействием влаги и обладающих свойствами, обеспечивающими нормальную службу бетонных конструкций в указанных условиях [1].

Классический состав гидротехнического бетона предполагает применение портландцемента в качестве основного вяжущего вещества [1]. Однако его производство является ресурсозатратным процессом. [2].

В связи с этим появляется необходимость рассмотрения вопроса о замене части портландцемента различными тонкомолотыми минеральными добавками, получая, тем самым, композиционное вяжущее вещество. Это позволит сократить объемы цементного производства, тем самым минимизировать негативное влияние на окружающую среду и снизить себестоимость бетонов на цементной основе.

В создании композиционных вяжущих используются, в том числе, и техногенные отходы промышленности, характеризующиеся неоднородностью своего состава и разбросом свойств [3,4].

В работе использовались материалы, соответствующие требованиям нормативных документов:

- портландцемент (ПЦ) ЦЕМ I 42,5Б, ООО «Холсим (Рус) СМ» (п. Ферзиково);
- кислая зола-унос (З) Черепетской ГРЭС;
- доменный гранулированный шлак (ДШ), ООО «Мечел-Материалы»;
- щебень из гравия фракции 5-20 мм, ЗАО «Мансуровское карьероуправление»;
- песок с модулем крупности $M_k = 2,61$, ЗАО «Мансуровское карьероуправление»;
- химическая добавка-пластификатор Sika Plastiment BV-3М, ООО «Зика».

Количество вводимых тонкомолотых минеральных добавок было принято с учетом рекомендаций европейского стандарта по бетонам EN 206-1:2013 [5].

Состав гидротехнического бетона рассчитывался с учетом общепринятых требований по проектированию состава тяжелого бетона, а также рекомендаций инструкции по проектированию и подбору состава гидротехнического бетона [6].

Состав и свойства гидротехнического бетона с учетом введения тонкомолотых минеральных добавок приведены в таблице 1.

Таблица 1

Состав и свойства гидротехнического бетона

Компоненты, кг Свойства, ед. изм.	Состав №1 (контроль ный)	Состав №2 (15% З от массы ПЦ)	Состав №3 (15% ДШ от массы ПЦ)	Состав №4 (15% З + 15% ДШ от массы ПЦ)
Портландцемен т	280	238	238	196
Зола-унос	—	42	—	42
Доменный шлак	—	—	42	42
Песок	963	963	963	963
Гравий	974	974	974	974
Химическая добавка	2,24	2,24	2,24	2,24
Вода	180	180	180	180
ОК, см	6	9	8	8
$\rho_{\text{бетона}}$, кг/м ³	2311	2348	2332	2324

Результаты испытаний на сжатие образцов размерами 10,0×10,0×10,0 см приведены в таблице 2.

Таблица 2

Прочность на сжатие гидротехнического бетона составов № 1-4

Показатели прочности, МПа	Состав № 1	Состав № 2	Состав № 3	Состав № 4
3-и сутки	17,1	15,8	14,4	13,1
7-е сутки	27,2	25,7	24,3	23,2
28-е сутки	35,6	37,2	34,2	35,1

В результате проведенных исследований были сформулированы следующие выводы:

1. Из рассмотренных составов гидротехнического бетона наилучшие результаты по подвижности, плотности и прочности на сжатие в возрасте

28-и суток показал состав с добавлением 15% золы-уноса от массы портландцемента;

2. Введение 15% доменного шлака от массы портландцемента приводит к снижению прочности гидротехнического бетона на 3,9% от контрольного состава в возрасте 28-и суток;

3. Разработан состав гидротехнического бетона на основе композиционного вяжущего с добавлением 15% золы-уноса и 15% доменного шлака от массы портландцемента с прочностью на сжатие в возрасте 28-и суток 35,1 МПа, что соответствует классу по прочности В25 (схема Г, ГОСТ 18105-2018);

4. Применение композиционного вяжущего позволяет повысить удобоукладываемость бетонной смеси, что облегчает бетонирование конструкций гидротехнического назначения;

5. Введение в состав гидротехнического бетона доменного гранулированного шлака и кислой золы-уноса увеличивает подвижность бетонной смеси и плотность бетона;

6. Применение композиционного вяжущего позволило сэкономить от 42 до 84 кг портландцемента.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Булаевский В.Ф. Подбор состава гидротехнического бетона. Методическая записка. - Ташкент: [б.и.], 1957. - 65 с.

2. Чомаева М.Н. Экология производства цемента // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. - 2019. - № 2-1. - С. 8-10.

3. Баженов Ю.М., Алимов Л.А., Воронин В.В. Наномодифицированные цементные бетоны. - М.: Изд-во АСВ, 2017. - 197 с.

4. Плотников В.В. Химия вяжущих материалов и бетонов. Справочник: Учебное пособие. - М.: Изд-во АСВ, 2015. - 400 с.

5. ГОСТ Р 57345-2016/EN 206-1:2013. Бетон. Общие технические условия. - М.: Стандартинформ, 2017.

6. Москвин В.М., Либман А.Я. Инструкция по проектированию и подбору состава гидротехнического бетона. - М.: СТРОЙВОЕНМОРИЗДАТ, 1947. - 25 с.

Студентка 4 курса 32 группы ИСА Пронькова О.В.

Научный руководитель - доц., канд. техн. наук, доц. О.А. Ларсен

ПЕРЕРАБОТКА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ШПАЛ

Одной из наиболее значимых глобальных проблем человечества, на сегодняшний день, является проблема экологии. Истощение полезных ископаемых, подлежащих восстановлению и, одновременно, загрязнение бывшими в использовании изделиями и материалами, которые, зачастую, являются еще и токсичными, становятся всё более выраженными проблемами сегодняшнего и всех последующих поколений. В поиске решений, множество современных компаний переходит на осознанное производство и находит способы переработать максимум, в связи с чем, активно развивается техника и технологические линии по переработке отходов производства.

В условиях современных темпов развития инфраструктуры городов, неотъемлемо важным аспектом является транспортная система. Налаживание межгосударственных, междугородних, также, как и каналов перевозки внутри одного города ставит задачи перед производителями необходимой техники и сырьевых материалов, для укладки дорожных полотен, на большой выпуск продукции. Государство производит, укладывает, демонтирует транспортные пути ежедневно и точно также сталкивается с проблемой утилизации уже бывших в употреблении материалов и конструкций.

На сегодняшний момент Российская Федерация является одним из ведущих государств в мире по электрификации железнодорожных полотен. Электропоезда представляют собой дешевые и экологически-безопасные транспортные ресурсы, позволяющие соединять как удаленные друг от друга районы мегаполисов, так и обеспечивают возможность перемещаться между городами на скоростных комфортабельных поездах. Расширение зон действия метро и наращивание логистики между уже имеющимися ветками железных дорог требуют большое количество строительных материалов, обеспечивающее конструкцию железнодорожного полотна, в том числе, железнодорожные шпалы. На данный момент, в зависимости от материала, изготавливаются следующие виды шпал: стальные, деревянные, железобетонные и композиционные с полимерным покрытием. Композиционные изделия, на сегодняшний день, являются очень дорогими, поскольку их производство не налажено и несет большие затраты. Стальные шпалы подвержены коррозии, что сокращает срок их эксплуатации. Деревянные шпалы подвержены гниению, в особенности, в местах крепления рельсов, а также проблематична их утилизация, поскольку шпалы пропитывают антисептиками, при горении которых выделяются токсичные вещества. Самым применяемым на территории Российской Федерации видом шпал являются железобетонные. Железобетонные железнодорожные шпалы

не гниют, не подвержены атмосферным воздействиям и лучше выдерживают нагрузки на сжатие, однако, имеются и некоторые недостатки. Низкий показатель сопротивляемости ударным нагрузкам влечет за собой образование выколов, особенно в местах крепления рельс, что заставляет чаще ремонтировать железную дорогу, заменяя старые шпалы на новые. Таким образом, при модернизации железнодорожных магистралей, ежегодно, от 300 до 500 тысяч единиц железобетонных изделий нуждаются в утилизации. Главным остается вопрос о месте, куда, при монтаже новых шпал можно транспортировать и складировать все отслужившие изделия. Конкретных программ по утилизации шпал в нашей стране не существует, а за долгие годы изделий скопилось немало. Поскольку свозить шпалы некуда, значительное количество времени шпалы складировали прямо у железной дороги, либо частично были разобраны для бытовых целей в качестве ограждения участка, садовых дорожек или даже устройства фундамента. Сейчас мы имеем ситуацию захламленных территорий, огромного количества отходов и, как следствие, настороженность властей относительно охраны природы. [1, 2].

Существующая техника по переработке железобетонных изделий, а в частности, железнодорожных шпал подразумевает под собой конкретный алгоритм и основан на таких технологических операциях, как: процесс дробления, отсеивание арматуры и закладных деталей, и разделение готового щебня на фракции. Данная машина позволяет перерабатывать шпалы без каких-либо предварительных манипуляций, изделия поступают непосредственно в приемное отверстие. Под действием собственного веса, изделие попадает в щековую дробилку, где в результате движений рифлёной плиты происходит разлом шпалы на щебень и отделение стальных элементов от бетона. По выходному лотку раздробленная и отделенная масса поступает на транспортер, на выходе которого установлен магнит, притягивающий металлические изделия. Таким образом, происходит разделение раздробленного материала на щебень и металл. На следующем этапе происходит сепарация щебня на виброгрохоте на фракции 0-5 мм, 5-20 мм и 20-40 мм, после чего разделенный щебень поступает в бункер, выполненный с тремя отсеками, для каждой фракции материала. Так, раздробленный материал после переработки до размеров 0—5 мм, можно эффективно направить на приготовление смесей, в качестве наполнителя. Щебень более крупной фракции можно внедрить в процесс изготовления железобетонных изделий, а также для отсыпки и производства фундаментных работ. Металлические изделия, в преимуществе, имеют вид прутков длиной 2700 мм диаметром 3 мм. Такая сталь может быть

использована в металлургии практически без дополнительной обработки, поскольку посторонние включения составляют не более 1% от массы прутка. Подобные компактные комплексы утилизации могут передвигаться непосредственно по железнодорожным магистралям до пунктов массового складирования изделий, либо работая непосредственно при процессе замены непригодных шпал на новые. Передвижной дробильно-сортировочный комплекс имеет производительность около 300 шпал в смену, 200 тысяч шпал в год, что при переработке даст около 20 тысяч кубических метров щебня разных фракций и порядка 1,5 тонн металлолома. При этом позволяют отказаться от земли для складирования шпал и вернуть в производство до 90% отходов, полученных с использованием продуктов переработки бывших в употреблении шпал. Комплекс не выделяет пыль и имеет очень низкий уровень шума, а также не имеет вредных выбросов, что позволяет ставить его в непосредственной близости к городу.

Разработка и внедрение подобных машин в массовое использование позволит наладить целый сегмент переработки железобетонных изделий, минимизировать расходы на складирование и развивать технологии по вторичному использованию материалов не только на строительных площадках, но и на производствах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ларсен О.А., Наруть В.В., Воронин В.В. Технология переработки бетонного лома с целью получения самоуплотняющегося бетона//Строительство и реконструкция. 2020. № 2 (88). С.61-66.
2. Наруть В.В., Ларсен О.А. Самоуплотняющиеся бетоны на основе бетонного лома сносимых жилых зданий//Промышленное и гражданское строительство. — 2020. — № 2. — С. 52–58.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТЕАРИНОВОКИСЛОГО КАЛЬЦИЯ НА ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ И ПРОЧНОСТЬ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА

Согласно докладу Американского института бетона добавки, понижающие проницаемость бетона, делятся на 3 вида [1]. К первому виду относятся добавки-гидрофобизаторы и водоотталкивающие добавки, которые образуют водоотталкивающую пленку на поверхности капилляров (парафин, олеиновая кислота, стеарат кальция); ко второму виду относятся тонкоизмельченные минеральные добавки (бентонит, микрокальцит и т.д.) и активные минеральные добавки (микрокремнезем, известь); к третьему типу добавок относятся специальные добавки, повышающие плотность CSH и образующие новообразования, блокирующие поры.

Стеарат кальция или кальций стеариновокислый $\text{Ca}(\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2)_2$ – химическое соединение, соль кальция и стеариновой кислоты, представляет собой белый порошок, не растворимый в воде, но растворимый в эфирах, наощупь маслянистый. Он не вступает в химическое взаимодействие с выделяющейся при гидратации цемента известью и выступает в роли гидрофобного микронаполнителя, способствуя уплотнению структуры и гидрофобизации капилляров и трещин [2,3].

Образование капиллярных пор в теле бетона вызвано вовлеченным воздухом и содержанием избыточного количества влаги. Наличие крупных капиллярных пор и усадочных трещин может снизить морозостойкость, повысить газо- и водопроницаемость. При анализе литературных источников были обнаружены работы Agus Maryoto и др., посвященный оценке влияния порошкового стеарата кальция на физико-механические и деформативные характеристики тяжелого бетона. Введение стеарата кальция в количестве 4 кг/м^3 приводит к снижению проницаемости на 50% [4]. В работе [5] Agus Maryoto и др. было исследовано влияние стеарата кальция в количестве 0,1; 0,2; 0,3 % от массы цемента. Введение стеарата кальция не повлияло на плотность образцов; образцы с 0,3% $\text{Ca}(\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2)_2$ снизило усадку на 27%.

В рамках данной статьи было исследовано влияние стеарата кальция (СК) на водопоглощение цементно-песчаной смеси. Влияние СК оценивалось при введении 0,2 и 0,5 % от массы цемента.

Для проведения эксперимента были изготовлены образцы-балочки 40x40x160 мм, по 3 образца в каждой серии. Состав цементно-песчаной смеси приведен в таблице 1. Формование производилось вручную с помощью штыковки. Образцы хранились двое суток в камере нормального твердения, затем сутки в камере ТВО при 50 °С, после чего в течение недели в воде в ходе определения водопоглощения. Перед испытанием на прочность образцы сутки находились при температуре 22 °С и относительной влажности воздуха 65%.

В качестве вяжущего использовался портландцемент ЦЕМ II/A-И 42.5Н от производителя ООО "Холсим (Рус) Строительные Материалы". В качестве мелкого заполнителя использовался кварцевый песок с модулем крупности $M_k=2,45$, $\rho_{ист}=2,63$ г/см³. Стеарат кальция вводился в сухую смесь песка и цемента.

Таблица 1

Состав цементно-песчаной смеси на 1 м³

Материалы	Содержание
Цемент, кг	485
Песок, кг	1455
Вода, л	280
В/Ц	0,58
Ca(C ₁₈ H ₃₅ O ₂) ₂ , % от массы цемента	0; 0,2; 0,5

Кинетика водопоглощения бетона характеризуется приращением его массы во времени. Кинетика водопоглощения определялась дискретным способом в соответствии с ГОСТ 12730.4-78 «Бетоны. Методы определения показателей пористости». При дискретном способе взвешивание производят через 0,25 и 1,0 ч после погружения высушенного образца в воду, а затем через каждые 24 ч до постоянной массы. Постоянной массой считают массу образца, при которой результаты двух последовательных взвешиваний отличаются не более чем на 0,1%. В конце испытаний производят гидростатическое взвешивание образца.

Полученные результаты были обработаны в соответствии с ГОСТ 12730.4-78. Полученные кривые, отражающие кинетику водопоглощения мелкозернистого бетона контрольного состава и гидрофизированного стеаратом кальция представлены на рисунке 1.

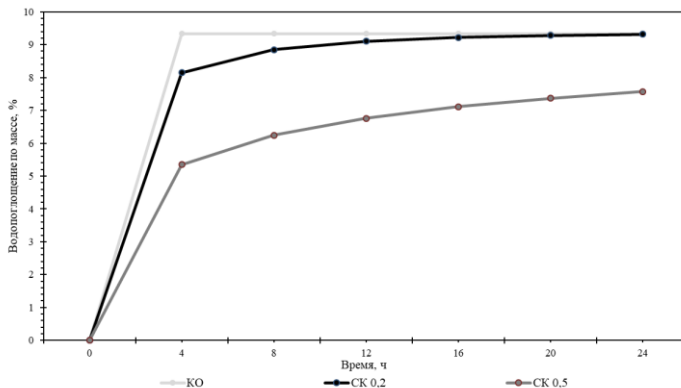


Рис.1. Зависимость прочности мелкозернистого фибробетона от количества $\text{Ca}(\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2)_2$

Гидрофобизирующий эффект стеарата кальция заключается в адсорбировании частиц стеарата кальция на стенках капиллярных пор. Это приводит к уменьшению диаметра капиллярных пор и снижению скорости водонасыщения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *ACI Committee 212, Report on Chemical Admixture for Concrete ACI 212.3R-10*, 46-50. Available online: <https://www.penetron.com/uploads/pdf/Penetro-ACI212-3R-10-Chapter15-PRA.pdf> (accessed on 22 February 2021).
2. Мороз М.Н., Калашиников В.И., Ибрагимов Р.А. Высокогидрофобные строительные материалы. Пенза: издательство ПГАСУ.
3. Maryoto A., Gan B.S., Hermanto N.I.S., Setijadi R. Effect of Calcium Stearate in the Mechanical and Physical Properties of Concrete with PCC and Fly Ash as Binders // *Materials*. 2020. Vol. 13(6).
4. Maryoto A. Improving microstructures of concrete using $\text{Ca}(\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2)_2$ // *Procedia Engineering*. 2015. Vol. 125. P. 631 – 637.
5. Maryoto A., Setijadi R., Widyaningrum A., Waluyo S. Drying Shrinkage of Concrete Containing Calcium Stearate, ($\text{Ca}(\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2)_2$), with Ordinary Portland Cement (OPC) as a Binder: Experimental and Modelling Studies // *Molecules*. 2020. Vol. 25.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СВЕТОПРОВОДЯЩИХ ИЗДЕЛИЙ

Простой композит бетона и оптических нитей, сочетающий лучшие качества первого и второго материала, позволяет добиться уникального продукта нового поколения.

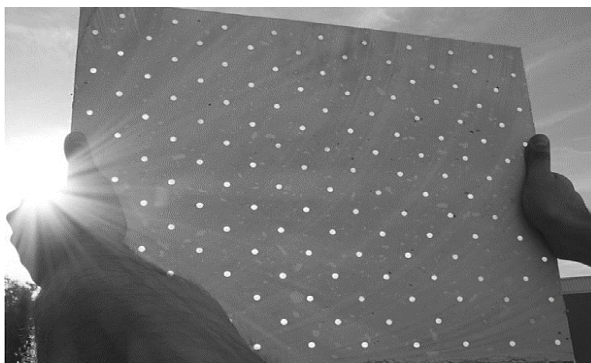


Рис. 1. Светопроводящая бетонная стеновая панель

Благодаря появлению светопроводящего бетона, открываются новые возможности в архитектуре и дизайне. Несмотря на необычный, производство светопроводящих бетонных изделий осуществляется по классической технологии искусственного камня, поэтому обладает всеми базовыми свойствами бетонного изделия.

Он не теряет своих свойств и характеристик под воздействием солнечных лучей и колебаний температуры. Имеет нужную конструктивную прочность, водонепроницаемость и морозостойкость, и потому может применяться не только для внутренних, но и наружных работ. С успехом может использоваться для возведения наружных и внутренних стен, сооружения межкомнатных перегородок.

Волокна в бетоне могут быть разбросаны по поверхности готового изделия, а могут располагаться в определенном порядке, создавая рисунок или надпись. Кроме контуров, светопроводящий бетон может быть разных оттенков благодаря объемному окрашиванию самого бетона или же с помощью световой подсветки разных цветов, и это позволяет создавать игру цвета и теней. Это дает большой простор для архитектурных решений.

Светопроводящий бетон в качестве внешней ограждающей конструкции здания компенсирует часть потребляемой световой энергии в здании, а также дает ощущение бодрости и яркости, способствует формированию более здорового рабочего пространства и повышает производительность труда. Панели могут снизить расход энергии на 10-20% в зависимости от объемного отношения волокна, что делает процесс изготовления практичным [1].

Существуют различные параметры оптического волокна, которые могут повлиять на "производительность" светопроводящего бетона с точки зрения светопропускающих свойств, а также механических свойств или долговечности, в основном это объемная доля волокна, диаметр волокна и расстояние между волокнами [2].

Блоки и панели выпускаются в соответствии с ГОСТ 19010-82. «Блоки стеновые бетонные и железобетонные для зданий. Общие технические условия» и ГОСТ 11024-2012. «Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий. Общие технические условия».

Изделие должно соответствовать заданному производителем классу и марке по прочности, плоскостности и параллельности граней и лицевых поверхностей, плотности.

Сырьем для производства светопроводящих бетонных стеновых изделий служат:

- портландцемент белый без минеральных добавок 1-го сорта по белизне ПЦБ 1-500 Д0 по ГОСТ 965-89;
- в качестве заполнителя применяется керамзитовый песок фракции 0-5, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 32496-2013, с модулем крупности $M_{кр}=1,5$;
- вода, соответствующая ГОСТ 23732-2011;
- гидрофобизатор - олеат натрия;
- суперпластификатор «Полипласт ПК» тип R на основе поликарбоксилатных эфиров, изготовленный в соответствии с ТУ 20.59.59-109-58042865-2017;
- пигмент;
- оптоволоконные нити торцевого свечения диаметром от 0,5 до 2,5 мм.

Производство осуществляется полуконвейерным способом, соединяющем в себе агрегатно поточный способ с элементами конвейерного, благодаря чему достигается высокая механизация и автоматизация производства.

Технологический процесс производства светопроводящих бетонных стеновых изделий включает в себя:

- приемку и складирование сырья;
- приготовление бетонной (мелкозернистой) смеси;
- формование изделий в виде общего массива (данный этап включает в себя установку оптоволоконных нитей специализированным роботом и дальнейшее заполнение бетонной смесью);
- тепловлажностную обработку (щелевая камера);
- распалубку массива;
- резку массива с дальнейшей обработкой (шлифовкой) каждого изделия для достижения идеальной поверхности;
- складирование готовых изделий.

Составы бетонных смесей с требуемой прочностью В12,5 - для изготовления стеновых блоков и й с требуемой прочностью В22,5 - для изготовления панелей определяются в соответствии с ГОСТ 27006-2019. «Бетоны. Правила подбора состава».

Для осуществления тепловлажностной обработки (ТВО) сконструирована щелевая камера с пропаркой при помощи теплоты гидратации и холодной аэролизации. Камера состоит из металлического каркаса и минераловатного утеплителя, обшитого поликарбонатом с внутренней и наружной сторон, пол выполнен из керамзитобетона, что обеспечивает нужную конструкционную и теплоизоляционную характеристики. Температура выдержки равна 60°C, теплоноситель – горячий воздух, циркулирующий в коробе воздушной завесы. Воздух подогревается калорифером и через конфузор направляется в вентилятор, а затем в туннель. Влажность обеспечивается распылением холодной воды форсунками. Автоматизированный контроль температуры и влажности осуществляется датчиками контроля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Aashish Ahuja, Khalid M. Mosalam*. Evaluating energy consumption saving from translucent concrete building envelope - Energy and Buildings // An international journal devoted to investigations of energy use and efficiency in buildings. 2017 <https://www.journals.elsevier.com/energy-and-buildings>.

2. *Chiew SM, Ibrahim IS, Mohd Ariffin MA, Lee HS, Singh JK*. Development and properties of light-transmitting concrete (LTC) – A review // Journal of Cleaner Pro-duction. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124780>

*Студент магистратуры 2 года обучения 31 группы ИСА Сысоев И.В.
Научный руководитель - канд. техн. наук С.И. Баженова*

ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА КОТЛОВАНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ БУРОСЕКУЩИХ И БУРОКАСАТЕЛЬНЫХ СВАЙ

Одним из основных показателей экономического развития любой страны по праву считаются темпы и качество капитального строительства, а также эффективность капиталовложений.

В последние десятилетия во всем мире особенно крупные масштабы принимает строительство в стесненных условиях существующей городской застройки. Проектирование и строительство современных зданий и особенно реконструкция исторической застройки требует комплексного подхода со стороны технологов, конструкторов и архитекторов.

Впервые способ «стена в грунте» был применен при строительстве Миланского метрополитена в 50-е годы 20-го века. С того момента отрасль сильно развилась в технологиях подземного строительства. На данный момент по конструктивным особенностям «стены в грунте» можно разделить на три группы: буронабивные (состоящие из «секущихся» или «касающихся» свай, расположенных по одной оси), монолитные бетонные стены и сборные.

Способ буресекущих и бурокасательных свай имеет широкое применение при строительстве подземных сооружений, особенно если грунты являются «водонасыщенными». Также незаменим этот способ подземного строительства, если есть необходимость изолировать от воды или для ограждения котлованов.

Буресекущие сваи представляют собой модификацию всем знакомых буронабивных свай с некоторыми особенностями. Их диаметр может варьироваться 300...800 мм., расстояние между сваями «в осях» не должно превышать $\varnothing 0,8 \dots 0,9$. Технология погружения рассматриваемых свай показана на рис. 1. [1,2]

Сваи располагаются поочередно армированными и неармированными (см. рисунок 2).

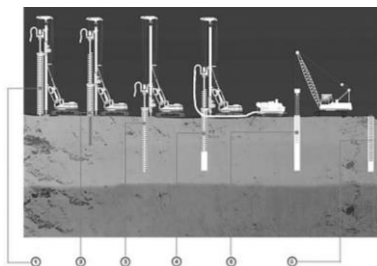


Рис. 1 Технология погружения буресекущих и бурокасательных свай, где: 1 - выбор позиции; 2 - погружение обсадной трубы; 3 - бурение

Рис. 3 Взаимное расположение «бурокасательных свай»

При устройстве стены из буросекущих и бурокасательных свай применяются различные типы бетонов в зависимости от совокупности условий строительства и работы конструкции. Чаще всего в подобных конструкциях используют тяжелые бетоны класса В20 и выше по ГОСТ 26633-2015 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия», согласно результатам расчета. Как правило, во всех конструкциях нулевого цикла используют бетоны марки по водонепроницаемости W6 и выше, а также марки по морозостойкости F150 и выше.

Таким образом, при устройстве котлованов для сооружений гражданского назначения часто могут быть применены буронабивные железобетонные сваи, если это обосновано расчетными, технико-экономическими и технологическими показателями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 7399 Методическое пособие по устройству ограждений из буронабивных свай/ А.В. Колобов, Б.И. Бычковский, С.Ю. Едличка, Шапаронов В.В. и др.- Москва: ОАО ПКТИпромстрой, 2001, 67с.
2. Буросекущие и бурокасательные сваи // Строительные рецепты: [сайт]. -2021- URL: <https://str.oykarecept.ru/fundament/typy-i-vidy/burosekushhie-i-burokasatelnye-svai.html> (дата обращения 01.03.2021)
3. Бурокасательные сваи технология // ГидФундамент: [сайт].-2021- URL: <https://gidfundament.ru/svajnyj/tekhnologiya-burosekushchih.html> (дата обращения 01.03.2021)

*Студент магистратуры 2 года обучения 31 группы ИСА Травкин П.В.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. В.Г. Соловьев*

САМОУПЛОТНЯЮЩАЯСЯ БЕТОННАЯ СМЕСЬ НА СЕРПЕНТИНИТОВОМ ЗАПОЛНИТЕЛЕ ДЛЯ РАДИАЦИОННО- ЗАЩИТНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ

Бетон широко применяется при строительстве атомных электростанций и установок, связанных с радиоактивными материалами, в качестве конструкционного и защитного материала. Бетонные конструкции используются в зонах безопасности вокруг активной зоны реактора, а также в главном здании. Также бетон применяется для изготовления радиационно-защитных контейнеров для реактивных отходов. Радиоактивные отходы хранятся в специальных хранилищах.

Для всего вышеперечисленного бетон широко применяется в качестве материала, который защищает от излучения [1].

Нейтронное излучение в ядерных реакторах, в циклотронах или других специальных устройствах и обладает высокой проникающей способностью; в определенных условиях может вызвать ядерную реакцию. Нейтроны не вызывают излучение напрямую, но из-за столкновений с атомами различных материалов возникают различные виды излучения: альфа, бета, гамма-излучения, которые создают ионизацию, то есть отдельные электроны отделяются от атомов. Поток нейтронов рассеивается и поглощается слоями различных материалов, например, такими, как бетон и вода.

На атомных электростанциях защитные сооружения, защищающие реакторы, а также другие конструкции энергоблоков, изготовлены из различных материалов для защиты людей и окружающей среды от всех видов излучения, с целью ослабления излучения до допустимых значений. Формы зданий, их конструкции и применяемые материалы (сталь, свинец и вода в бассейнах, бетон) предназначены для снижения интенсивности излучения при нормальной эксплуатации, а также для контроля ситуации в случае аварии любого рода. Особенно важны бетонные конструкции из-за:

- относительно невысокой стоимости и доступности материалов для изготовления бетона;
- возможности изготовления конструкций необходимой формы;
- выполнения различных конструктивных и функциональных требований.

Эти требования не изменялись долгое время, но после эксплуатации ядерных реакторов и продолжающихся исследований, были сделаны выводы, что имеющиеся в настоящее время знания в этой области необходимо развивать. Однако оказалось, что из-за применения различных материалов, состава и свойства заполнителей и цементов, необходимо оптимизировать состав и технологию выполнения защитных бетонных конструкций. [1].

Рентгеновские лучи и гамма-излучение ослабляются и поглощаются в различных слоях защитных материалов. Толщина слоев бетонных конструкций может быть снижена за счет использования материалов с более высокой плотностью и лучшими защитными свойствами.

Ослабить поток нейтронов сложно, и даже высокая плотность не является достаточным условием снижения негативного влияния. Из-за нейтронов с разной энергией и различных сечений элементов, необходимы разные бетонные конструкции. Во избежание или хотя бы для уменьшения столкновений с другими атомами и вторичными

излучение гамма-излучения, медленные нейтроны поглощаются материалами с более низкой плотностью, как вода, парафин или полиэтилен, а также водородом в самом бетоне. Это осложнение в основном связано с вторичным гамма-излучением, которое также необходимо контролировать [2].

В качестве одного из самых эффективных замедлителей тепловых нейтронов используется водород. Так как вследствие равенства масс нейтрона и ядра водорода – протона – в одном акте рассеяния нейтрона на водороде в среднем теряется половина энергии нейтрона.

Поэтому следует использовать специальные заполнители с высоким содержанием водорода, и плотным расположением зерен заполнителя. Было выявлено, что водоцементное отношение не оказывает серьезного влияния на возможность бетона поглощать нейтронное и гамма-излучения. Поэтому в бетон необходимо вводить водород в виде химически связанной воды в специальных заполнителях. Применение специальных заполнителей может позволить уменьшить толщину бетонных конструкций [1].

Для замедления нейтронов применяются заполнители, включающие водород, например серпентин и лимонит, содержащие водород в химически связанной воде. При ослаблении гамма-излучения используются специальные тяжелые заполнители и отходы черных металлов, а также металлургический шлак.

Были проведены исследования бетонов с тяжелыми заполнителями, сравнивали четыре бетона с различными заполнителями и плотностями: обычный (с плотностью 2300 кг/м^3), серпентининовый (2400 кг/м^3), гематит-серпентининовый (2500 кг/м^3) и ильменит-лимонитовый (2900 кг/м^3). Эти бетоны были испытаны в качестве защиты от быстрых нейтронов и гамма-излучения. Полученные результаты позволили определить пределы эффективности конкретных видов бетона, в результате чего ильменит-лимонитовый бетон лучше всего ослаблял гамма-излучение, а серпентининовый бетон проявил себя, как наиболее эффективный против быстрых нейтронов. Серпентининовый заполнителей содержал наибольшее количество водорода в своем составе, которое сохранялось даже при $500 \text{ }^\circ\text{C}$.

С экономической точки зрения целесообразно использование тяжелых заполнителей. Хотя его удельная стоимость примерно в 3-4 раза выше, чем у обычных заполнителей, но бетонные конструкции с такой же защитной способностью могут быть намного тоньше [2].

Явления ослабления и поглощения нейтронов с разными скоростями и энергиями и инициирования вторичного гамма-излучения настолько сложны, что следует искать решение проблемы в каждом конкретном

случае отдельно. Поэтому необходимо начать исследования, чтобы определить подходящий бетонный состав для радиационной защиты и их оптимальную конструкцию. Помимо удовлетворения требований к защите от различного излучения, следует учитывать различные условия эксплуатации и технологические условия. Это означает, что следует проводить несколько испытаний с применением местных заполнителей и вяжущих, а также с импортными заполнителями, потому что даже повышенная удельная стоимость бетона может быть, по крайней мере, частично уравновешена возможностью использования более тонких бетонных конструкций [1].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Мельников Н.Н.* Радиэкологические проблемы, связанные со снятием с эксплуатации энергоблоков Кольской АЭС / *Н.Н. Мельников, В.А. Наумов, С.А. Гусак* // Вестник Мурманского Государственного Технического Университета. – 1998. – №3. – Т.1. – С.139-144.

2. *Шейченко М.С.* Современные композиционные радиационно-защитные материалы строительного назначения / *М.С. Шейченко, Н.И. Алфимова, Я.Ю. Вишневская* // Вестник Белгородского Государственного Технологического Университета им. В.Г. Шухова. – 2017. – №5. – С.15-19.

*Студент магистратуры 2 года обучения 31 группы ИСА Швецова В.А.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. О.А. Ларсен*

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНОВ, СОДЕРЖАЩИХ ТЕКСТИЛЬНЫЕ КОРДОВЫЕ ВОЛОКНА

Отработавший свой срок автомобильные шины содержат в себе ценное сырье: каучук, металл, текстильный корд. Проблема переработки изношенных автомобильных шин и вышедших из эксплуатации резинотехнических изделий имеет большое экологическое и экономическое значение для всех развитых стран мира [1].

Основные свойства и химический состав текстильных кордовых волокон согласно данным Chen M.: полиэтилентерефталат (PET)-52%, полиамид 66 (РА 66)-39%, полибутилентерефталат (PBT)-9% [2].

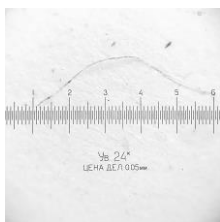
В 2018 году Россия ввезла из Индии, Республики Корея и Нидерландов 230 тыс. тонн вторичного каучука. Такая ситуация подтолкнула к учреждению национального проекта «Экология», в рамках которого будет построено 25 шиноперерабатывающих заводов. В таблице 1 и на рисунке 1 приведены геометрические параметры

компонентов шинного корда, полученных с ООО «Дмитровский завод РТИ».

Таблица 1

Компоненты шинного корда

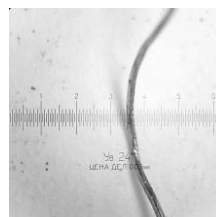
Компоненты	Диаметр d, мм	Длина l, мм	l/d
Очищенное полимерное волокно	0,05	6,5	130
Полимерная фибра с резиновой крошкой	$\geq 0,05$	≥ 6	130
Металлическая фибра	0,2	≥ 10	50



а



б



в

Рис. 1. Компоненты текстильного корда:

- а) Очищенное полимерное волокно,
- б) Полимерная фибра с резиновой крошкой,
- в) Металлическая фибра

В данном исследовании разработан способ очистки волокон по аналогии с [3] при помощи колебаний полиамидных струн, закрепленных на деревянной раме (рис.2). Метод позволяет быстро удалить крупные фракции резиновой крошки.



а



б

Рис. 2. Устройство для очистки текстильного корда:

- а) Деревянная рама с натянутыми струнами,
- б) Очищенный шинный корд

В таблице 2 приведены составы для изготовления мелкозернистого бетона с использованием текстильного шинного волокна, очищенного предложенным способом.

Таблица 2

Состав бетонной смеси для изготовления образцов из мелкозернистого фибробетона на 1 м³

Компоненты (кг/м ³)/серия	Цемент	Вода	В/Ц	Песок	Фибра	СП
15-0	473,1	297,3	0,63	1419,3		4,7
15Ф-1	473,1	297,3	0,63	1419,3	1	4,7
15Ф-10	473,1	297,3	0,63	1419,3	10	4,7
30-0	510,7	241,4	0,47	1532,2		5,1
30Ф-1	510,7	241,4	0,47	1532,2	1	5,1
30Ф-10	510,7	241,4	0,47	1532,2	10	5,1

В качестве минерального вяжущего применялся композиционный портландцемент ЦЕМ II/A-K (Ш-И) 42,5 Н по ГОСТ 31108-2016 от производителей ООО «Холсим (Рус) Строительные Материалы». В качестве мелкого заполнителя применялся кварцевый песок согласно ГОСТ 8736-2014, модуль крупности $M_k=2$. Пластификатор Sika E-55 в количестве 1% от массы цемента.

Для определения прочности при сжатии и при изгибе мелкозернистого дисперсно армированного бетона были изготовлены образцы-балочки размером 40x40x160 мм. Образцы хранились в течение 28 сут в камере нормального твердения при $t=20\pm 2$ °С и относительной влажности воздуха 95%. На 28 сутки образцы были испытаны в соответствии с ГОСТ 310.4-81 «Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии». Полученные данные приведены на рис. 3.

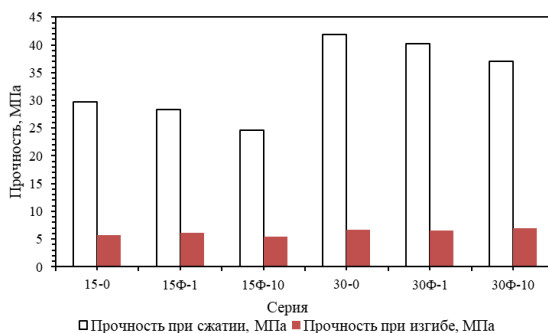


Рис.3. Зависимость прочности мелкозернистого фибробетона от количества фибры

Прочность при сжатии и прочность при изгибе для образцов из фибробетона ниже, чем для контрольных образцов независимо от класса бетона. Чем выше проектируемый класс, тем большее обнаруживается снижение. Так для В15 прочность при сжатии на 5,3% выше, прочность при изгибе 5,6% выше для образцов контрольного состава, чем для образцов с фиброй. Для В30 прочность при сжатии на 12% выше, прочность при изгибе 4,9 % ниже для образцов контрольного состава, чем для образцов с фиброй.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Chen M., Zhong H., Zhang M.* Flexural fatigue behaviour of recycled tyre polymer fibre reinforced concrete // *Cement and Concrete Composites*. – 2020. – Vol. 105.
2. *Chen M., Zhong H., Chi D.* Experimental study on dynamic compressive behaviour of recycled tyre polymer fibre reinforced concrete // *Cement and Concrete Composites*. – 2019. – Vol. 98. – P. 95-112.
3. *Figueiredoa F. P.* Fire Protection of Concrete Tunnel Linings with Waste Tyre Fibres / *F. P. Figueiredoa, A.H. Shaha, S.-S. Huanga, H. Angelakopoulosh, K. Pilakoutasa, I. Burgess* // *Procedia Engineering* 210. – 2017. – p. 472–478.

ТЕХНОЛОГИИ ОТДЕЛОЧНЫХ И ИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Студентка 4 года обучения 31 группы ИСА Голотенко Д.С.
Научный руководитель – доц. канд. техн. наук М.Г. Бруяко*

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ЦЕМЕНТА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ НЕРАВНОВЕСНОЙ ПЛАЗМОЙ

Современная строительная индустрия предъявляет высокие требования к конструкционным и эксплуатационным характеристикам строительных материалов. И в связи с этим появляется потребность в повышении эффективности традиционных материалов, которая достигается путем их модификации. Существует достаточно много способов повышения прочностных и эксплуатационных свойств строительных изделий с помощью модификации исходных сырьевых компонентов: механическая обработка, использование ультразвукового, электромагнитного, теплового воздействий, химическая, механохимическая, гидромеханохимическая и другие способы воздействия. Отдельно можно выделить обработку в плазме, которая обладает комплексным воздействием на материал: световым, ИК-, УФ- и радиочастотным излучением, воздействием потоком заряженных частиц, присутствует переменное или постоянное магнитное поле, а также локальное тепловое воздействие [1]. Портландцемент является основным строительным вяжущим веществом, которое используется повсеместно, поэтому повышение его характеристик – это одна из важнейших задач, стоящих перед исследователями. Наибольший интерес для модификации цемента представляет использование низкотемпературной неравновесной плазмы. Плазма – это газ, который частично или полностью ионизирован. Она образуется в результате ионизации атомов и молекул при высоких температурах, при облучении газа потоками заряженных частиц высокой энергии и при давлении менее 30 кПа. Низкотемпературной неравновесной плазмой принято считать состояние ионизированного газа с достаточно высокой степенью ионизации (10^{-8} - 10^{-6}) [2]. В подобной плазме температура молекул и ионов значительно ниже температуры свободных электронов. Свободные электроны приобретают энергию под воздействием внешнего электрического поля [3]. Эта энергия расходуется на упругие и неупругие удары с нейтральными частицами газа, образуя новые компоненты среды. Низкий показатель эффективности передачи кинетической энергии от электронов к тяжелым частицам является

причиной того, что температура ионов меньше температуры электронов [4]. В данной работе было проведено исследование влияния обработки низкотемпературной неравновесной плазмой на свойства портландцемента. В качестве обрабатываемого материала использовался портландцемент марки ПЦ 500-ДО. Были проведены испытания на определение сроков схватывания и предела прочности на сжатие и изгиб как немодифицированных образцов, так и образцов, которые подверглись воздействию НТНП. Полученные результаты сравнивались с показателями не подвергнутого обработке портландцемента. В таблице 1 показаны результаты испытаний на определение сроков схватывания образцов цемента.

Таблица 1

Зависимость сроков схватывания

Портландцемент, ПЦ 500-ДО	Сроки схватывания, час-мин	
	начало	конец
Модифицированный	1-48	1-30
Немодифицированный	8-00	7-00

В таблице 2 показаны зависимости предела прочности на сжатие и изгиб образцов-балочек обработанного портландцемента низкотемпературной неравновесной плазмой и необработанного.

Таблица 2

Зависимости показателей пределов прочности на сжатие и изгиб

Показатели	Немодифицированный цемент	Модифицированный цемент
	1	2
Предел прочности при сжатии, МПа	36,2	40,6
	37,1	41,8
	37,9	41,9
	36,9	40,9
	37,9	42,0
	37,8	41,9
Среднее значение предела прочности при сжатии, МПа	37,7	41,9
Предел прочности при изгибе, МПа	3,2	4,4
	3,6	4,0
	3,5	4,2
Среднее значение предела прочности при изгибе, МПа	3,5	4,3

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в начале гидратации увеличивается количество зародышей новой фазы после воздействия на цемент НТНП. Центры кристаллизации возникают в результате изменения плотности. В данном случае флуктуация плотности происходит благодаря тепловому движению частиц. Уменьшение сроков схватывания происходит из-за увеличения количества кластеров новой фазы. Таким образом, роль НТНП при возникновении зародышей новой фазы может быть объяснена тем, что при воздействии низкотемпературной неравновесной плазмы на материал за счет диспергирования облегчается процесс образования зародышей новой фазы, так как возникают более мелкие частицы, а следовательно, увеличивается поверхность раздела фаз. Вследствие начала процесса кристаллизации сокращается длительность индукционного периода. Повышение прочности модифицированного материала объясняется тем, что при воздействии низкотемпературной плазмы происходит тепловое расширение минералов, которое приводит к увеличению взаимного притяжения между отдельными зернами. Воздействие низкотемпературной неравновесной плазмы на цемент приводит к повышению его прочностных и эксплуатационных свойств. Данный метод модифицирования отличается от известных доступностью и низкими энергозатратами, а также практически отсутствием негативного воздействия на окружающую среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Акулова М.В.* Применение тлеющего разряда в текстильной и строительной промышленности: монография. Иван. гос. хим.-тех. ун-т.-Иваново, 2008. – 232 с.
2. *Крапивина С.А.* Плазмохимические технологические процессы.- Л.: - Химия, 1981 -247 с.
3. *Бугаенко, Л.Г.* Химия высоких энергий / Л.Г. Бугаенко, М.Г. Кузьмин, Л.С. Полак. – М.: Химия, 1988. – 368 с.
4. *Рыбкин, В.В.* Низкотемпературная плазма как инструмент модификации поверхности полимерных материалов // Соросовский образовательный журнал. 2000. №3, том 6, 2000. С. 59 – 64.
5. *Абдуллин И.Ш., Галяутдинов Р.Т., Кашипов Н.Ф.* Особенности нанесения покрытий ВЧ плазмой в динамическом вакууме. XXXI Международная (Звенигородская) конференция по физике плазмы и УТС, 16-20 февраля 2004г.

СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПОЗИТ НА ОСНОВЕ ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО И РАСТИТЕЛЬНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ

В настоящее время актуальным становится производство строительных материалов, обеспечивающих максимально комфортные для человека с экологической точки зрения условия, как на стадии применения, так и на стадии их производства. Изделия, на основе гипсового вяжущего являются экологически безопасными. Это обуславливается следующими факторами: способ добычи сырья и энергозатраты на получение вяжущего, вид заполнителя, полифункциональность, долговечность, а также отходы и переработка. Производство изделий на основе гипсовых вяжущих можно отнести к наименее энергозатратным [1]. Композиты на основе гипсового вяжущего – одни из самых распространенных материалов для внутренней отделки помещений. Их можно трансформировать в различные формы, придавая архитектурную выразительность различным элементам помещения, а также они обладают высокими прочностными показателями на изгиб и сжатие [2, 3]. Одним из необходимых параметров для материалов, используемых внутри помещений, является их сорбционные характеристики, поскольку данные параметры играют важную роль для поддержания комфортных для человека условий, в частности обеспечение и поддержание чистого воздуха. Органические материалы растительного происхождения, в том числе и древесина, удачно сочетаются с гипсовым вяжущим, обладают хорошим с ним сцеплением, а также придают ему армирующие свойства. Сорбционные свойства гипсовых изделий достаточно высоки, что связано с природой материала. Существуют различные способы повышения сорбционных показателей материала путем добавления различных наполнителей. Примером наполнителя с высокими сорбционными характеристиками может служить материал растительного происхождения – борщевик Сосновского. Борщевик Сосновского сорное растение, площадь распространения которого покрывает большую часть территории Российской Федерации и западную часть Европы. На протяжении многих лет выделялось огромное количество средств на борьбу с этим растением, было затрачено множество сил и ресурсов [4]. Введение борщевика Сосновского в строительную индустрию может не только удешевить конечный продукт и сделать строительные материалы более доступными, но и снизить общую экологическую напряженность. Для

изучения сорбционных свойств были проведены исследования процессов сорбции и десорбции. В качестве сорбатов были взяты ацетон и бензол.

Процесс проведения испытаний с использованием измельченного борщевика, сорбатов, бюксов и эксикатора представлен на рис. 1. Опыты проводились весовым методом. После достижения равновесной сорбционной влажности была изучена десорбционная активность образцов материала. Результаты испытаний показаны на рис. 2 и 3.

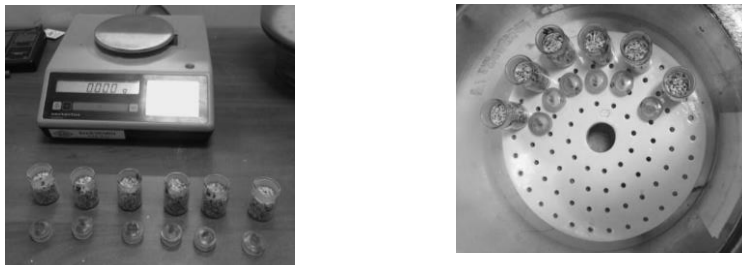


Рис.1. Проведение испытания на определение сорбционной емкости

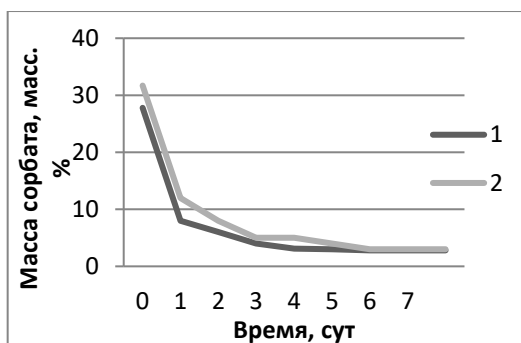


Рис.2. График процесса сорбции: 1- ацетон; 2-бензол

Исходя из полученных данных и характера протекания десорбционного процесса, следует, что десорбция материала является физической, так как по истечению 3-х суток количество сорбата стремится к нулю [5]. Для проведения испытаний использовались бензол и ацетон, так как они являются одними из тех веществ, которые необходимо сорбировать, отчищая при этом воздух. Бензол, к примеру, содержится в различных лаках, красках, клеях и т.д., что нередко используется в помещениях.

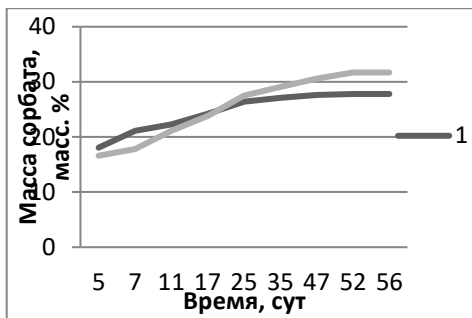


Рис.3. Графики процесса десорбции: 1- ацетон; 2 - бензол

Полученные результаты позволяют сделать вывод о целесообразности использования борщевика как в качестве самостоятельного сорбента, так и в системе наполнитель-вяжущее вещество. Помимо сорбционных характеристик материала изучаются его теплоизоляционные и звукопоглощающие свойства. Эти данные, а также различные значения концентраций борщевика в гипсовых изделиях позволят создать материалы различных плотностей, помогут расширить область применения при производстве строительных изделий и конструкций. Изделия на основе строительного композита из гипсового вяжущего и растительного наполнителя в виде борщевика Сосновского является перспективным направлением, характеризующимся экологичностью производства и широкой областью применения ввиду возможности добавления различных функциональных свойств и обеспечение комфортных для человека условий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волженский А.В., Ферронская А.В. Гипсовые вяжущие и изделия. – М., 1974.
2. Ферронская А.В., Коровяков В.Ф. и др. Композиционное гипсовое вяжущее / Материалы н-т конф. – Алма-Ата, 1990.
3. Справочник. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение). /Под общ. ред. А.В.Ферронской. – М., 2004.
4. Мусихин П.В., Сигаев А.И. Исследование физ. свойств и хим. состава борщевика С. и получение из него волокнистого полуфабриката / Современные технологии -2006. - №3.
5. А.П. Карнаухов Адсорбция. Текстура дисперсных и твердых материалов-Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН. 1999.

Студентка 2 курса 13 группы ИСА Журавлёва Д.А.

Студентка 2 курса 17 группы ИСА Рощина О.И.

Научный руководитель - доц. канд. техн. наук Н.А. Гальцева

ПОЛИМЕРНО-КОМПОЗИЦИОННАЯ АРМАТУРА

Ежегодный рост объёмов и темпов строительства, закономерно влечёт за собой развитие строительных технологий на всех этапах производственного процесса с целью оптимизации потребления материальных ресурсов, а так же сокращения временного цикла технологических операций.

Одним из приоритетных направлений является разработка альтернативы стальной арматуре, составляющей до 50% стоимости железобетонных изделий.

Стальная арматура, помимо своей цены, характеризуется следующими недостатками: высокая удельная плотность, высокая теплопроводность, отрицательно влияющая на энергоэффективность конструкции, а также низкая химическая стойкость, влияющая на срок и условия эксплуатации.

Существует техническое решение, направленное на устранение вышеперечисленных недостатков - применение полимерно-композиционной арматуры, представляющую собой композит на основе минеральных волокон, пропитанных полимерным связующим с дальнейшим его отверждением.

Основными преимуществами композитной арматуры являются: небольшой вес, который в 9 раз ниже по сравнению с традиционной арматурой; высокая устойчивость к коррозии и кислотам; энергоэффективность; экономия при транспортировке; инертность к электромагнитному излучению и радиоэффектам.

Для производства полимерно-композиционной арматуры используются такие сырьевые материалы, как: ровинг для несущего стержня и обмоточного жгута на основе стекла, базальта, арамида или углепластика, который обеспечивает наилучшие физико-механические показатели готового изделия; смолы на основе термопластичных и термореактивных полимеров; отвердители.

Наиболее популярная технологическая линия по производству полимерно композиционной арматуры включает в себя: устройство с последовательно устанавливаемым шпулярником с катушками для ровинга; выравнивающее устройство; пропиточная ванна с устройством предварительного натяжения, обеспечивающее начальное натяжение, одинаковое для всех нитей; отжимное устройство, механизм для

управления параметрами ровинга во время вытягивания, который включает в себя устройство градиентного натяжения и устройство, обеспечивающее градиент температуры; блок формования; устройство спиральной намотки; камеру полимеризации; блок водяного охлаждения; вытяжное устройство; отрезно-намоточный агрегат, выполненный в виде блочной конструкции, встроенной в линию непосредственно за пропиточной ванной перед намоточным блоком.

Производство композитной арматуры протекает по следующей технологии: нити ровинга от специального устройства (шпулярника) поступают в натяжной механизм, в котором они располагаются в соответствующем порядке. Эти волокна в определённом порядке проходят стадию первоначального нагрева горячим воздухом и сушки. Высушенный и нагретый ровинг погружается в пропиточную ванну. Из ванны материал протягивается через фильеры для получения заданной площади и формы в сечении сердечника и намоточного жгута будущей арматуры. После фильер нити попадают в намоточную машину, которая образует арматурный стержень с намоткой. После всех вышеперечисленных процессов арматура на обмоточнике поступает в туннельную печь. На входе в печь устанавливают узел, распределяющий по стержню песок. Горячий жгут отправляют в охлажденную ванну, где полностью охлаждают под проточной водой. Охлажденный и непрерывный жгут подается на тяговый механизм, на выходе из которого канат разрезается по заданным размерам.

Профилирующая фильера может быть выполнена в виде разъемной стальной конструкции, состоящей из двух прямоугольников с отфрезерованной и обработанной канавкой полуфигуры по длине каждой части, которые при смыкании образуют поверхность в виде прямоугольника с закруглениями полуокружностями двух противоположных коротких сторон, соответствующей площади целевого устройства, приравненной к площади заданной окружности.

В настоящий момент выпускается композитная арматура с различными свойствами и размерной сеткой диаметров, что даёт возможность в зависимости от поставленной задачи выбрать определенную марку, с заданными характеристиками сопоставимыми со стальной арматурой.

Проанализировав физико-механические свойства, представленных на строительном рынке армирующих материалов, можно сделать вывод, что применение композиционно-полимерной арматуры является перспективным в дорожном строительстве, при возведении общественных, жилых, в том числе, малоэтажных зданий. Однако, использование в несущих конструкциях многоэтажных зданий

ограничено ввиду низкого модуля упругости композитной арматуры, который в 4 раза меньше по сравнению со стальной арматурой, а так же особенностей характера разрушения в бетонных конструкциях по причине отсутствия изученной границы текучести.

Тем не менее использование композитной полимерной арматуры является перспективным направлением, поскольку позволяет снизить общий вес строительной конструкции, повысить коррозионную стойкость и устойчивость к неблагоприятным климатическим факторам, а также выполнить ремонтные работы с минимальными трудовыми и ресурсными затратами. Все это создает благоприятные условия для интенсификации работ по разработке и применению композитной полимерной арматуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Смоляго Г.А., Дронов В.И., Дронов А.В., Меркулов С.И.* Изучение влияния дефектов железобетонных конструкций на развитие коррозионных процессов арматуры // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 12. С. 25–27.
2. *Уманский А.М., Беккер А.Т.* Перспективы применения композитной арматуры // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2012. № 2. С. 7–13.
3. *Малбиев С.А., Горшков В.К., Разговоров П.Б.* Полимеры в строительстве: Учеб. пособие для вузов. М.: Высш. шк., 2008. 456 с.
4. *Гриценко М.Ю., Щуцкий В.Л.* Применение композитной арматуры: перспективы внедрения // Новое слово в науке: перспективы развития: сборник материалов II международной научно-практической конференции. Чебоксары, 2014. С. 68–69.
5. *Степанова В.Ф., Степанов А.Ю.* Неметаллическая композитная арматура для бетонных конструкций // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 1. С. 45–47.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ВОДОСТОЙКИЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО

Изготовление гипсовых изделий является развивающимся направлением в области строительства, поскольку обладают рядом преимуществ: они просты в изготовлении, экономичны и обладают малой энергоемкостью при производстве. На территории нашей страны располагаются большие запасы природного гипса. Изделия на основе гипсового вяжущего являются относительно легкими, достаточно прочными, а также обладают относительно низкой тепло- и звукопроводностью. Также изделия на основе гипсового вяжущего улучшают пребывание человека в помещении, поскольку гипс является условно экологически чистым материалом, как при производстве, так и при применении. Он способен поглощать лишнюю влагу из воздуха и отдавать её при снижении влажности [1].

Использование строительных композитов на основе гипсового вяжущего ограничивается относительной влажностью помещений до 60-75%. Поэтому, многие ученые и исследователи ведут работы по повышению водостойкости гипсового вяжущего и строительных композитов на его основе. На основании исследований Будникова П.П. основной причиной низкой водостойкости строительных материалов на основе гипсового вяжущего является относительно высокая растворимость гипса, составляющая 2,04 г/л CaSO_4 при 20°C. При увлажнении в порах изделий за счет растворения кристаллов дигидрата образуется насыщенный раствор CaSO_4 , вследствие чего, связь между кристаллами ослабевает, и прочность изделий снижается [3-4]. Существуют следующие пути повышения водостойкости строительных композитов на основе гипсовых вяжущих:

- повышение плотности изделий;
- повышение водостойкости гипсовых изделий наружной и объемной гидрофобизацией, пропиткой изделий веществами, препятствующими проникновению в них влаги;
- применение химических добавок;
- уменьшение растворимости в воде сульфата кальция и создание условий образования нерастворимых соединений, защищающих дигидрат сульфата кальция, сочетанием ГВ с гидравлическими компонентами (известью, портландцементом, активными минеральными добавками [2].

В данной статье рассматривается влияние концентрации гидрофобизаторов (Пента, Аквасил) на показатель водостойкости материала.

Водостойкость определялась значением коэффициента размягчения (K_p). Коэффициент представляет собой отношение показателя прочности водонасыщенного образца к прочности образца того же состава и возраста, высушенного до постоянной массы. Коэффициент размягчения колеблется в пределах 0,3—0,45 и зависит от свойств гипса, а главным образом, от его плотности.

$$K_p = R_{\text{вод}} / R_{\text{сух}} \quad (1)$$

где, $R_{\text{вод}}$ – прочность водонасыщенного образца;

$R_{\text{сух}}$ – прочность сухого образца.

Влияние концентрации гидрофобизаторов на коэффициент размягчения представлено на рис. 1.

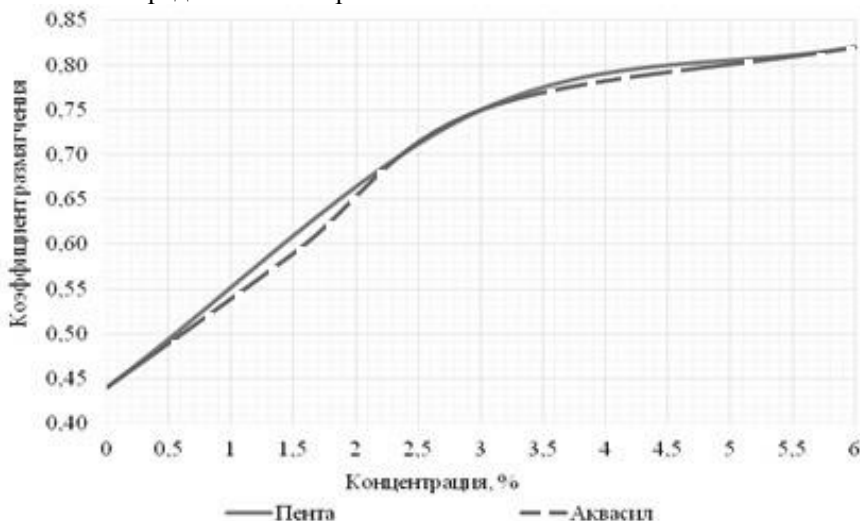


Рис. 1. Коэффициент размягчения гипсового камня в зависимости от концентрации гидрофобизатора

По графику зависимости коэффициента размягчения для гипсового камня видно, что добавление гидрофобизаторов влияет на коэффициент размягчения. При концентрации гидрофобизатора 6% коэффициент размягчения возрастает практически в 2 раза.

На рис.2 показаны образцы композита на гипсовом вяжущем до обработки гидрофобизатором и после обработки. На рис. 2а. видно что необработанный образец впитал в себя всю воду, а на рис. 2б вода

осталась на поверхности образца и собралась в каплю. Краевой угол смачиваемости поверхности тупой, что говорит о несмачиваемости поверхности.



Рис. 2. Образцы строительного композита на основе гипсового вяжущего: а) до обработки гидрофобизатором б) после обработки гидрофобизатором.

Таким образом, можно сказать, что обработка строительных композитов на основе гипсового вяжущего гидрофобизаторами повышает одно из эксплуатационных свойств изделия, а именно коэффициент размягчения, что позволяет использовать изделия на основе гипса в помещениях с повышенной влажностью, тем самым расширяя область его применения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Волженский А.В.* Минеральные вяжущие вещества: Учеб. Для вузов. – 4-ое изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.
2. *Волженский А.В., Ферронская А.В.* Гипсовые вяжущие и изделия. – М.: Стройиздат, 1974. – 328 с.
3. *Ферронская А.В.* Роль гипсовой отрасли в развитии промышленности строительных материалов // Второй Всероссийский семинар по гипсу. Уфа, 2004. - С.11-17.
4. *Будников П.П.* Гипс, его исследование и применение. – М.: Стройиздат, 1951. – 418 с.
5. *Гончаров Ю.А.* Российская гипсовая ассоциация: цели и задачи / Ю.А. Гончаров, А.Ф. Бурьянов // Строительные материалы.- 2008.- январь. - С. 54-56.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

Производство строительных материалов с использованием отходов растительного сырья является одним из современных направлений промышленности. Данная тенденция направлена на ресурсосбережение, улучшение вопросов экологии и производства экологически чистых материалов. Из-за колоссального распространения Борщевика Сосновского на территории РФ актуальным является применение его в качестве наполнителя для строительных материалов и прекращение засорения плодородных почв страны. Целью проведенных исследований являлось доказательство получения высокоэффективного модифицированного растительного наполнителя на основе Борщевика Сосновского и возможность использования его в производстве строительных материалов.

Стебель Борщевика Сосновского имеет закрытую пористую структуру в поперечном (рис. 1а) и продольном (рис. 1б) направлениях.

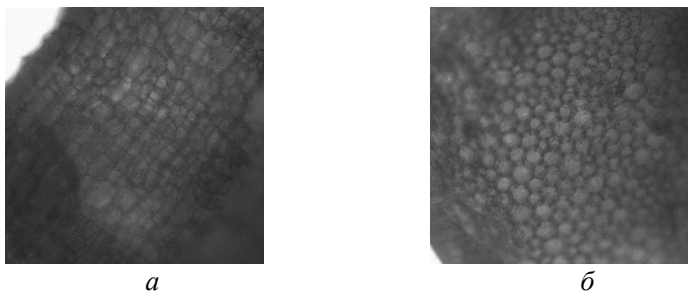


Рис. 1. Пористость борщевика Сосновского: а) в поперечном направлении; б) в продольном направлении

Большое количество пор и небольшая плотность сырья являются ключевыми свойствами в применении борщевика Сосновского в качестве наполнителя при производстве теплоизоляционных материалов. Недостатком сырья являются высокое водопоглощение и класс горючести. Для определения данных характеристик были использованы весовой и объемный метод и метод огневой трубы.

Были проведены исследования использования Борщевика Сосновского в качестве наполнителя для арболитовых

теплоизоляционных блоков. Были сформованы образцы-кубы с размерами ребра 7 см при следующем расходе компонентов из расчета на 1м³ формовочной смеси: вяжущее – гипс – 280 кг/м³; наполнитель - измельченный борщевик Сосновского – 520 кг/м³; вода – 120 кг/м³. Твердение образцов осуществлялось в нормальных условиях при температуре 200⁰С и влажности воздуха 90% (ГОСТ 125-2018). В качестве модификаторов использовались в 100 массовых частей воды: 15-20 массовых частей полиаммоний фосфата - антипирен; 1-1,5 массовых частей «Аквасил» (ТУ 6-02-1-824-97) гидрофобизатор. Количественный состав компонентов в модифицированном наполнителе определялся методом дифференцированного взвешивания после окончательного удаления воды из наполнителя. Метод модификации заключался в измельчении стеблей Борщевика Сосновского до размеров частиц 0,05 - 25 мм; сушки измельченного сырья до нулевого значения влагосодержания; снижения горючести и водопоглощения дисперсного наполнителя за счет обработки до полного насыщения водной суспензией раствора антипирена и водорастворимого кремнийорганического гидрофобизатора. Гидрофобизатор и антипирен использовались различной концентрации и в ходе исследований было получено оптимальное количество этих веществ.

В табл. 1 приведены результаты испытаний модифицированного наполнителя в зависимости от количественного соотношения компонентов.

Таблица 1

Свойства арболита с модифицированным наполнителем из Борщевика Сосновского

Состав в масс. % (по сухому остатку)						
Гипсовое вяжущее	Вода	Добавки	Насыпная плотность $\rho_{нас}$, кг/м ³	Прочность на сжатие $R_{сж}$, МПа	Сорбционная влажность W масс. %	Горючесть по потере массы, %
48	48	-	680	1,8	102	4
63,3	31,6	5,1	550	2,1	10,2	0
64,1	32,1	3,8	510	2,4	13	0

Первый образец содержит 52 части немодифицированного Борщевика Сосновского. Второй образец: 36,7 части Борщевика Сосновского модифицированного 1:10 «Аквасил» и 1:10 полиаммоний

фосфатом. Третий образец: 35,9 части Борщевика Сосновского модифицированного 1:15 «Аквасил» и 1:15 полиаммоний фосфатом.

Применение в качестве вяжущего вещества гипса обусловлено повышенным содержанием сахаров в стеблях растения. Сахара не дают цементному вяжущему осуществлять процесс гидратации. Гипс является экологически чистым материалом и при производстве арболита, состав которого состоит из гипса, борщевика, воды и добавок, на выходе имеется экономичный материал с минимальными вредными воздействиями на окружающую среду.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что модификация растительного наполнителя на основе Борщевика Сосновского является необходимым условием. Модифицированный наполнитель может быть использован при производстве строительных материалов. Данные изделия обладают хорошими техническими характеристиками, низкой стоимостью, что позволит решить отдельные экологические вопросы, связанные с регулированием распространения борщевика и производством безопасных для здоровья человека строительных материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бужевич Г.А.* Легкие бетоны на пористых заполнителях. М. Стройиздат, 1970. С. 3-17.
2. *Мусихин П.В.* Арболитовые блоки из борщевика Сосновского, Сборник материалов, Научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава Сыктывкарского лесного института по
3. *Руднов В.С., Владимирова Е.В., Доманская И.К., Герасимова Е.С.* Строительные материалы и изделия Доманской. — Екатеринбург : Изд-во Урал. университета, 2018 — 203, [1]. С.187-189.
4. *Щербаков А.С.* Влияние свойств исходных материалов и технологических факторов на прочность арболита. - Лесоэксплуатация и лесное хозяйство, 1966, № 32. С. 207-211.
5. *Бруяко М.Г., Григорьева Л.С., Фролова С.В.* Целлюлозосодержащие строительные материалы понженной горючести // Энергобезопасность и энергосбережение. 2011. № 3 (39). С. 10-12.
6. *Баталин Б. С., Козлов И. А.* Строительные материалы на основе скопа – отхода целлюлозно-бумажной промышленности // Строительные материалы. – 2004. – № 1. – С. 42–43.

ОГНЕЗАЩИТНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Развитие энергосберегающих технологий одна из основных направлений современной строительной отрасли. Существенную роль в данном направлении занимает разработка энергоэффективной теплоизоляции. В настоящий момент, среди существующих теплоизоляционных материалов, оптимальными значениями обладает пенополиуретан за счёт закрытой пористости в своей структуре, которая обеспечивает минимальную теплопроводность и водонепроницаемость.

Пенополиуретан по своей природе является органическим термореактивным материалом, полученным в результате реакции поликонденсации реакционноспособных олигомеров полиизоционата и полиола с образованием уретановых групп и выделением CO₂ обеспечивающим ячеистую структуру.

Исходя из природы данного материала, закономерным существенным недостатком, как и всех полимеров, является пожарная опасность.

В соответствии с ГОСТ 30244 и ГОСТ 12.1.044-89*, в чистом виде пенополиуретан относится к группе горючести Г4, к группе по дымообразующей способности Т4, что органичивает возможный спектр эксплуатации теплоизоляционных изделий на основе ППУ.

Известно техническое решение, направленное на снижение пожароопасных свойств пенополиуретана. В данной технологии рассмотрено модифицирование ППУ, позволяющее снизить группу горючести до Г3 методом диспергирования в один из реакционноспособных компонентов сырьевой смеси окисленного терморасширяющегося графита (далее – ОТГ) - интумисцентного антипирена, обладающего способностью вспучиваться при термическом воздействии. При этом нижний предел температуры составляет 170 °С.

Данная технология имеет ряд недостатков, одним из которых является низкая эффективность при высоких материальных затратах и неблагоприятном воздействии на технологический процесс производства пенополиуретановых изделий.

Были проведены исследования, целью которых стало изучение закономерностей модифицирования пенополиуретанов ОТГ, влияющих на горючесть изделий, полученных методом литьевого формования.

Была предложена технология получения огнезащитных пенополиуретановых теплоизоляционных изделий методом нанесения огнезащитного слоя из окисленного терморасширяющегося графита

путём распыления композиции на основе разделительного состава Пента-120-11 и окисленного терморасширяющегося графита на внутреннюю поверхность формы, которая впоследствии заполнялась композицией из исходных сырьевых компонентов А и Б.

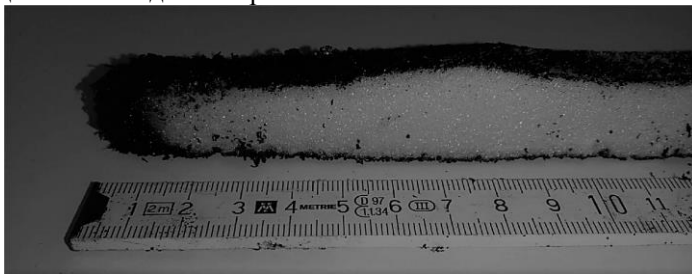


Рис. 1. ППУ с огнезащитным покрытием с концентрацией $90\text{г}/\text{м}^2$

Испытания на определение горючести готовых изделий из пенополиуретана проводились в соответствии с ГОСТ 30244 методом огневой трубы. При этом были использованы стальной цилиндр $d=50\text{мм}$ $l=160\text{мм}$. В качестве источника огня была выбрана спиртовая горелка. Длина пламени была настроена на 4 см. Расстояние от края трубы до горелки – 2 см. Образец выходил от нижнего конца на расстоянии 0,5 см. Размеры образцов составляли $4,5\times 2\times 15\text{мм}$. Температуру дымовых газов определяли с помощью термопары, расположенной над образцом. Измерения длины проводили с помощью линейки. Было испытано 5 партий образцов (рис.1). Время подвержения образца воздействию источника огня составляло 2 мин. Отдельные образцы подвергались после снятия результатов дополнительному воздействию в течении 7 мин. В результате проведенных исследований, установлено, что с ростом концентрации ОТГ огнезащитного покрытия до $90\text{г}/\text{м}^2$ у образцов снижается: потеря по массе от 5,1 до 2,9%; температура отходящих дымовых газов от исходной на 74 % с 294 до 57°C ; длина повреждения от исходной на 80% от 100 до 20%. Кроме того, стоит отметить, что предотвращается гомогенное горение образца даже при воздействии источника огня в течении 9 мин. Также в рамках данной работы проводилась оптическая микроскопия ППУ с помощью микроскопа «Levenhuk», для более детального рассмотрения структуры материала, подверженного термической обработке, и модифицирующих добавок (рис.2). Данные результаты позволяют отнести образцы с огнезащитным покрытием с концентрацией $90\text{г}/\text{м}^2$ к группе горючести Г1 в соответствии с требованиями ГОСТ 30244, а образцы с концентрацией 31,25 и $62,5\text{ г}/\text{м}^2$ к группе горючести Г2, что позволяет в перспективе расширить область применения данных изделий.

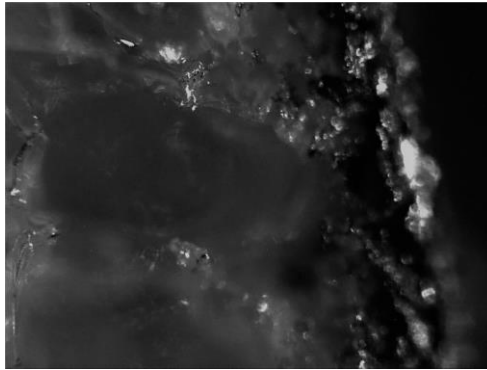


Рис. 2. Структура зоны раздела огнезащитного покрытия с чистым пенополиуретаном

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уиков В.А., Лалаян В.М., Сокорева Е.В. Распространение пламени по поверхности строительных пенопластов // Пожаровзрывобезопасность. 2013. Т. 22. № 2. С. 23–27.
2. Уиков В.А., Сокорева Е.В., Славин А.М., Орлова А.М. Пожарная опасность резольных пенофенопластов и жестких пенополиуретанов // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 5. С. 65–68.
3. Дергунов Ю.И., Сучков В.П., Мольков А.А. Метод снижения горючести пенополиуретана // Строительные материалы. 2006. № 12. С. 58–59.
4. Кулешов И.В., Торнер Р.В. Теплоизоляция из вспененных полимеров. М. : Стройиздат, 1987. 144 с.
5. Клемпнер Д. Полимерные пены и технологии вспенивания. СПб : Профессия, 2009. 600 с.
6. Михайлин Ю.А. Тепло-, термо- и огнестойкость полимерных материалов. СПб. : Научные основы и технологии, 2011. 416 с.
7. Киселев И.Я. Теплофизические свойства пенопластов // Пластические массы. 2003. № 6. С. 10–12.
8. Гурьев В.В. Влияние структурных особенностей теплоизоляционных материалов из газонаполненных пластмасс на их механические свойства // Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 12. С. 19–23.

ПЕНОФЕНОПЛАСТЫ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ

В настоящий момент в мире остро стоит проблема чрезмерного расхода не возобновляемого сырья. Для решения проблемы применяются энергосберегающие технологии, направленные на снижение материалоемкости производства и рациональное использование топливно-энергетических ресурсов.

В сравнении согласно данным Росстата, рост промышленности составил 2,5%. Закономерно возникает увеличение потребления основных ресурсов: воды, топлива, а также электроэнергии.

К таким эффективным теплоизоляционным материалам, занимающим наибольший объем применения в строительной отрасли, относятся пенополиуретаны (ППУ), пенополиизоцианураты (ППИ) и фенолформальдегидные пенопласты (ПФП), пенополистирол (ПСБ) и изделия на их основе. Области применения конкретных изделий на основе полимерных теплоизоляционных материалов (ПТМ) определяется свойствами полимерной матрицы и условиями их эксплуатации. На ряду с такими высокими характеристиками, определяющими эффективность использования ПТМ, как низкая кажущаяся плотность, высокие теплоизолирующие свойства, прочностные характеристики пенопластов обеспечивающие высокие значения монтажной прочности предъявляемые изделиям на их основе, им также присущи характерные свойства в значительной мере ограничивающие их область применения.

В зависимости от химической природы полимерной матрицы в той или иной степени полимерные теплоизоляционные материалы обладают рядом свойств в значительной мере ограничивающих их область применения: высокая горючесть, дымообразующая способность, выделение токсичных продуктов горения, низкие значения максимальной температуры эксплуатации, высокая стоимость изделий на их основе и т.д.

Среди существующих технологических методов получения ПТИ широкое распространение получил заливочный способ их формирования. Некогда популярной считалась строительная теплоизоляция на основе фенолформальдегидной полимерной матрицы. Изделия на ее основе обладали низкой теплопроводностью и значительной устойчивостью к повышенным температурам.

Фенолформальдегидные пенопласты имеют довольно высокий порог максимальных рабочих температур, они имеют низкую горючесть (Г1, Г2) и не имеют склонности к самовозгоранию, что особенно полезно при использовании их для изоляции теплосетей и других объектов, с эксплуатацией которых связаны повышенные температуры. Особый интерес вызывают резольные фенолформальдегидные пенопласты, производящиеся по заливочной технологии, позволяющей обеспечить простоту и технологичность производственного процесса. На данный момент хорошо развита база отечественного сырья олигомеров, применяемых для изготовления данного типа теплоизоляционной продукции, что позволит обеспечить дешевизну и непрерывность производства строительных теплоизоляционных изделий из пенофенопласта.

Однако, полимерные теплоизоляционные материалы на основе пенофенопластов обладают рядом свойств, в значительной мере ограничивающих их область применения, например, повышенная токсичность, которая негативно влияет на здоровье человека. Следовательно, главной задачей является понижение токсичности фенолформальдегидных пенопластов. Снижение токсичности можно реализовать за счет введения во вспениваемую композицию комплексообразователей, например, AlF_3 [1] с целью связывания свободного фенола. Не вступившие в реакцию фенол и формальдегид могут выделяться как при производстве, так и в процессе эксплуатации. Для эффективного связывания мономеров были отобраны сорбенты, а именно цеолиты. Введение фторида алюминия совместно с цеолитом резко снижают содержание свободного фенола в пенофенопласте. Одновременно снижается коррозионная активность, что является важным фактором при эксплуатации тепловых сетей.

При производстве пенофенопластов на основе фенолформальдегидных олигомеров использовались следующие сырьевые компоненты: резольная фенолформальдегидная смола ФРВ-1А ТУ 6-05-1104-88 «Смола фенолоформальдегидная вспенивающаяся марки ФРВ-1А»; - отвердитель ВАГ-3 ТУ 6-55-1116-88 «Продукт ВАГ-3».

Технология получения заливочных фенолформальдегидных пенопластов заключается в тщательном дозировании и механическом смешивании при комнатной температуре ФРВ-1А, ВАГ-3, добавок, в заливке полученной композиции в форму или полость конструкции, где и происходит вспенивание пенопласта. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние добавок на содержание свободного фенола в
пенофенопласте

Кол-во вводимого цеолита, мас.ч.	Содержание AlF_3 , в мас. % от цеолита	Плотность кг/м ³	Содержание фенола в олигомере ФРВ-1А, масс. %	Содержание свободного фенола в исходной композиции, масс. %	Содержание свободного фенола в пенопласте, масс. %
-	-	36,3	11	8,7	6,61
5	0,01	44,2	11	9,15	6,08
10	15	43	11	8,45	3,47
20	20	45,4	11	7,49	1,23
40	20	53	11	7,48	0,07

Анализируя полученные данные, можно предположить, что введение определенного количества исследуемых соединений позволяет значительно снизить выделение свободных мономеров фенола и формальдегида при производстве и в процессе эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Львов С.А., Филиппова В.В.* Пенопласт пониженной токсичности. методы снижения содержания свободного фенола в пенофенопластах // ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ Сборник докладов научнотехнической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. . 2018. С. 1175-1177.
2. *Ушков В.А.* Горючесть и эксплуатационные свойства наномодифицированных резольных пенофенопластов // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 5. С. 37-40.
3. *Бруяко М.Г., Григорьева Л.С.* Влияние фторсодержащих соединений на свойства резольных фенопенопластов // Научнотехнический вестник Поволжья. 2018. № 12. С. 31-34.
4. *Бруяко М.Г., Григорьева Л.С, Васильева М.А., Киселева О.В.* Способы снижения содержания свободного фенола в пенофенопласте // Вестник МГСУ. 2012. № 12. С. 134-138.
5. *Нгуен Вьет Кыонг, Сосновский Н.Ю., Янчук В.П., Смирнова А.М., Григорьева Л.С.* Получение заливочных пенофенопластов пониженной токсичности // Вестник МГСУ. Том 14. Выпуск 9. 2019. С. 1132-1139.

СНИЖЕНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ

Энергосбережение на сегодняшний день одна из приоритетных задач. Это связано с дефицитом основных энергоресурсов, возрастающей стоимостью их добычи, а также с глобальными экологическими проблемами. Для повышения эффективности и снижения энергозатрат применяются современные теплоизоляционные материалы, которые обеспечивают снижение тепловых потерь в зданиях, сооружениях, транспортных сетях и т. д. [3]. Наиболее эффективными теплоизоляционными материалами в строительстве считаются полимерные теплоизоляционные материалы. Также он используется для снижения тепловых потерь трубопроводов, нефтепроводов и т. д. Пенополиуретан – газонаполненный полимерный материал, полученный в результате взаимодействия реакционноспособных олигомеров поли-, ди-зоционата и полиола [1]. Основной недостаток, ограничивающий повсеместное применение данного материала является высокая пожарная опасность. Проблема снижения горючести ППУ остается актуальной как в химической промышленности, так и в строительстве и других областях его применения. Пенополиуретан используется в качестве утеплителя в строительных конструкциях, что предъявляет к нему повышенные требования по пожаробезопасности. В качестве антипирена для снижения горючести ППУ в настоящее время широко распространен галогенсодержащий ТХЭФ, который увеличивает токсичность ППУ. Таким образом, требуется поиск новых антипиренов, лишенных указанного недостатка. ППУ без антипиренов поддерживает высокую скорость распространения пламени по поверхности (до 35 мм/с), что указывает на высокие темпы нагрева конденсированной фазы данного полимера при горении [2]. Интумесцентные (вспучивающиеся) системы – новое развивающееся направление антипиренов, снижающие пожарную опасность за счёт уникальных свойств, которые позволяют при взаимодействии с огнем, уже при низких значениях температуры, значительно увеличиваться в объеме, создавая тем самым коксообразный защитный барьер, предотвращающий попадания окислителя в зону термического разложения материала. Тем самым позволяя избежать гомогенное горение. Основным компонентом интумесцентных систем в данный момент является окисленный терморасширяющийся графит. Окисленный терморасширяющийся графит (ОТГ) - представляет из себя аллотропную модификацию

углерода, состоящую из шестиугольных слоёв атомов углерода. Эффект терморасширения достигается за счет обработки графита кислотами, которые проникают в разветвленное, развитое межструктурное пространство, и в дальнейшем, при термической обработке, переходят в газообразное состояние, значительно увеличиваясь в объёме, посредством чего оказывают раздвигающие силы на слоистую структуру графита. ОТГ обладает рядом уникальных свойств, такими как: химическая инертность, небольшой объемный вес, способность к прессованию без связующего, упругопластичность прессованных листов, анизотропией тепловых и электрических свойств, способность поглощать нейтроны и др [2]. В связи с вышеперечисленным актуальным направлением является применение вспучивающихся покрытий и модифицирующих добавок. Были испытаны 5 партий образцов пенополиуретановых изделий с огнезащитным слоем из ОТГ полученным методом распыления композиции на основе разделительного состава Пента-120-11 и окисленного терморасширяющегося графита на внутреннюю поверхность формы размером 4,5x2x15 мм, которая впоследствии заполнялась пенополиуретановой композицией. В результате проведенных исследований, установлено:

- с ростом степени наполнения исходной композиции ОТГ до 10 мас.%, у образцов закономерно снижается потеря по массе от исходной до 12,2% и температура отходящих дымовых газов от исходной на 31 % с 294 до 203 ОС;

- с ростом концентрации ОТГ огнезащитного покрытия до 90г/м² у образцов закономерно снижается потеря по массе от 5,1 до 2,9%; температура отходящих дымовых газов от исходной на 74 % с 294 до 57 ОС; длина повреждения от исходной на 80% от 100 до 20%.

Также помимо вышеперечисленного отмечено, что предотвращается гомогенное горение образца, даже при воздействии источника огня в течении 9 мин. На рис. 1-3 представлены образцы после проведения испытания методом огневой трубы в течении 2 мин. Проанализировав рисунки можно сделать вывод, что в результате проведенного испытания, у контрольного образца произошла полная термическая деструкция, в результате которой остался только-коксовый остаток.



Рис. 1. Контрольный образец ППУ без модификации



Рис. 2. Образец ППУ модифицированный терморасширяющимся графитом с концентрацией 10% масс. частей

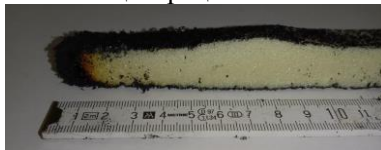


Рис. 3. Образец ППУ с огнезащитным покрытием с концентрацией 90г/м²

У образца на рис. 2 наблюдаются в значительно меньшей степени потери по массе от исходной, а также наблюдается термическая деструкция в центре изделия за счёт предотвращения попадания окислителя в зону горения. У образца на рис. 3 отмечена незначительная термическая деструкция материала в зоне контакта с источником пламени.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Берлин А.А. Шутов Ф.А. Пенополимеры на основе реактоноспособных олигомеров. Химия 1978. С – 60.
2. Халтуринский Н.А., Берлин Ал.Ал., Попова Т.В. Горение полимеров и механизмы действия антипиренов // Успехи химии. 1984. Т. 53. № 2. С. 326-346.
3. Ушков В.А., Сокорева Е.В., Славин А.М., Орлова А.М. Пожарная опасность резольных пенофенопластов и жестких пенополиуретанов // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 5. С. 65-68.
4. Денисов А.В. Жесткие пенополиуретаны теплоизоляционного назначения // Строительные материалы. 2005. № 6. С. 21–22.
5. Бесчастных А.Н., Яценко С.В., Чешко И.Д. Особенности горения пенополиуретанов и способ обнаружения их остатков // Жизнь и безопасность. 2001. № 3–4. С. 212–216.

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ПАНЕЛИ ИЗ ЭКОЛОГИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В последнее десятилетие в строительной отрасли активно развивается тенденция к использованию экологически чистых органических материалов, что получило название «Зелёное строительство», основной целью которого является: снижение вредного воздействия на окружающую среду, повышение экономической эффективности за счет использования менее материалоёмких эко-технологий. Одной из проблем в направлении «Зелёного Строительства» является создание энергоэффективного теплоизоляционного материала с заданными технологическими, эксплуатационными и физико-механическими свойствами такими как: пожарная опасность, водонепроницаемость, теплопроводность и индустриальность производства, позволяющая обеспечить выпуск материала, удовлетворяющий потребность в малоэтажном и многоэтажном строительстве. Известны следующие традиционные эко-технологии: саманные панели и кирпичи, наполнитель из древесной стружки, покрытия кровли на основе сена, тростника, камыша [5]. Прогресс не стоит на месте и с каждым годом появляются различные новые материалы и технологии “Зеленого строительства”. В наше время известна технология вакуумной-опалубки с распорками или перегородками, служащие для фиксации опалубочных щитов на определенном расстоянии друг от друга и препятствующие прогибам опалубки при создании вакуума в пространстве между щитами. Установка опалубки происходит путем ее фиксации к лимитирующими устройствами вследствие разницы давлений.

В качестве другого примера «Зелёного строительства» можно привести сруб, в котором каждая стена состоит из венцов в одно бревно. При этом он составлен из двух срубов, которые вставлены один в другой (внешний и внутренний) с зазором между ними (парный сруб). Пространство зазора заполняется инертными или теплоизоляционными материалами, образуя данным способом бревенчатые дома с трехслойными ограждающими конструкциями, которые обладают отличными теплотехническими характеристиками. Такой дом имеет высокую теплоэффективность. Эту технологию можно использовать для холодных районов, как вариант штучного строительства. Использовать данный способ для серийного строительства нецелесообразно, поскольку предполагается использование дорогостоящих материалов и сложную ручную сборку.

Используется и технология из стеновых блоков, которые выполняются в виде рамок. Эти рамки наполнены тюками соломы, и имеют разную высоту для монтажа стен дома, подоконных, надоконных и дверных проемов.

Также, в продолжение развития темы стеновых блоков, известен способ использования блоков, выполненных в форме рамок, которые наполнены изоляционным материалом растительного происхождения: тюками соломы, кострой льна или конопли и т. д. Они снабжены мембраной для торможения потока влаги в одном направлении и обшиты с наружной стороны древесно-стружечными плитами, а внутренняя сторона - гипсокартонными панелями.

Существует способ возведения здания, который включает строительство стен из панелей, наполненных соломой с покрытием из проволочной сетки с обеих сторон под штукатурку с гидроизоляцией. Далее создают наружную облицовку стен с помощью пластика, керамической плитки или других материалов. Внутреннюю облицовку выполняют из обоев.

Основными недостатками перечисленных выше способов, влияющими на целесообразность использования при строительстве серийных многоэтажных зданий, является производство теплоизоляционных изделий непосредственно на строительной площадке с применением ручного труда при возведении конструкций.

Существует техническое решение, позволяющие исключить вышеуказанные недостатки, представленное в патенте [1]. Данное изобретение посвящено способу автоматизированного производства многослойных облегченных стеновых панелей на основе органических материалов (рис.1) заводской готовности. Данные стеновые панели состоят из короба на основе склеенных деревянных брусков (щитов), огнестойких гипсовых панелей, расположенных на внутренней поверхности деревянных щитов, теплоизоляционного слоя из объемных органических материалов (солома, пшеница, мох, отходы целлюлозно-бумажной промышленности, пробковый материал и др.) и отверстия под картонную трубу, являющуюся опалубочной системой для создания несущих колонн при возведении многоэтажных зданий и сооружений каркасного типа.

Таким образом данное техническое решение упрощает строительство многоэтажных монолитно-каркасных зданий по «зеленым стандартам» за счёт использования местных экологически чистых сырьевых материалов, а также сокращения трудозатрат в результате использования панелей в качестве несъемной опалубки.

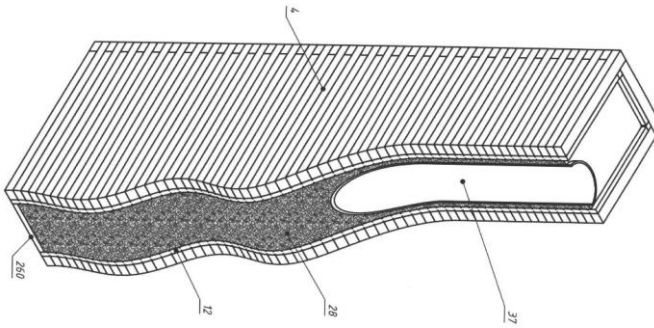


Рис.1. Стеновая панель в разрезе: 4 - широкие щиты;
12 - огнестойкие гипсовые панели; 28 - наполнитель панели
(теплоизоляционный слой); 37 - отверстия под картонную трубу;
260 - торцевые огнестойкие гипсовые крышки

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вакуумная теплоизоляционная панель, патент 120497 Рос. Федерация: МПК E04C 2/02 (2006.01) / Веденин А.Д. (RU), Пустовгар А.П. (RU); Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный строительный университет" (МГСУ) (RU) – 2012118186/03, заявл. – 04.05.2012, опубл. – 20.09.2012; Бюл. № 26.
2. Трехслойная стеновая панель; патент 2258788 Рос. Федерация: МПК E04C 2/26 (2000.01) / Бикбау М.Я. (RU) ; Патентообладатель: Бикбау М.Я. (RU) – 2004106504/03; заявл. – 05.03.2004, опубл. – 20.08.2005; Бюл. № 23.
3. *Дульнев Г. Н., Сигалова Г. В.* Теплопроводность моно- и полидисперсных зернистых материалов // Строительная теплофизика. – М.; Л.: Энергия, 1966. – С. 40- 47.
4. *Васильев Л. Л.* Теплопроводность неметаллических зернистых систем // Строительная теплофизика. – М.; Л.: Энергия, 1966. – С. 48-56.
5. *Шувалова Е.А., Нуриддинов К.Х., Овакимян С.С.* Строительные материалы на основе отходов деревообрабатывающей промышленности // Наука России: Цели и задачи. Сборник научных трудов по материалам XV международной научно-практической конференции 10 июня 2019 г. Часть 1 Изд. НИЦ «Л-Журнал», 2019. С. 88-91.

МИНЕРАЛОВАТНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Теплоизоляционные материалы, имеющие теплопроводность менее 0,1 Вт/м⁰С, принято называть эффективными. Теплоизоляционные материалы принято различать по структуре, виду основного исходного сырья, форме, возгораемости, содержанию связующего вещества. По виду исходного сырья все теплоизоляционные материалы подразделяют на 2 большие группы: неорганические (минеральные) и органические. К неорганическим относят минеральную вату (каменную, стекловату), пеностекло, ячеистые бетоны и др. к органическим – газонаполненные пластмассы (пенополистирол, пенополиуретан) и др. В таблице 1 приведены эксплуатационные характеристики некоторых теплоизоляционных материалов.

Таблица 1
Физико-механические характеристики различных теплоизоляционных материалов

Наименование характеристики, ед. изм.	Стекловата	Каменная вата	Пенополиуретан
Плотность, кг/м ³	16-65	20-80	27-35
Теплопроводность, Вт/м·К	0,035-0,5	0,038-0,047	0,03-0,035
Водопоглощение, %	1,7	0,095	1,3
Паропроницаемость, мг/м·ч·Па	0,4-0,6	0,3-0,45	0,07
Горючесть	НГ	НГ	Г3-Г4
Температурный диапазон эксплуатации	-60 до +450	-180 до +750	-60 до +120
Усадка	Не подвержена	Не подвержена	Не подвержен
Коэффициент звукопоглощения	0,8-0,92	0,75-0,95	0,6

Сравнительный анализ свойств позволяет выявить преимущества использования минеральной ваты на основе базальтового сырья в качестве теплоизоляции в условиях эксплуатации, где предъявляются жесткие требования по горючести. Пенополиуретаны обладают меньшим значением коэффициента теплопроводности в сравнении с волокнистыми минеральными теплоизоляционными материалами, значительно более узким температурным эксплуатационным интервалом, который не допускает их применение в зданиях и помещениях с высокими требованиями по обеспечению пожаробезопасности. Теплоизолирующая способность изделий на основе минеральной ваты заключается в ее специфической волокнистой структуре. Теплоизоляционные свойства обусловлены содержанием заземленного воздуха между волокнами, а теплопроводность воздуха в неподвижном состоянии очень мала, примерно $0,24 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$. Поэтому и теплопроводность минеральной ваты мала и находится в диапазоне $0,03\text{--}0,052 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$. Значение теплопроводности зависит от плотности и направления волокон. Чем больше будет плотность, тем выше будет теплопроводность, так как коэффициент теплопроводности у твердой фазы больше, чем у воздуха. Положительным результатом повышения плотности является увеличение прочности. Так же на прочность влияет направление волокон (рис. 1): если волокна хаотично направлены, то прочность понижается, а теплоизоляционные свойства повышаются. При ориентировании волокон вертикально прочность повысится, но теплоизолирующие свойства ухудшатся.

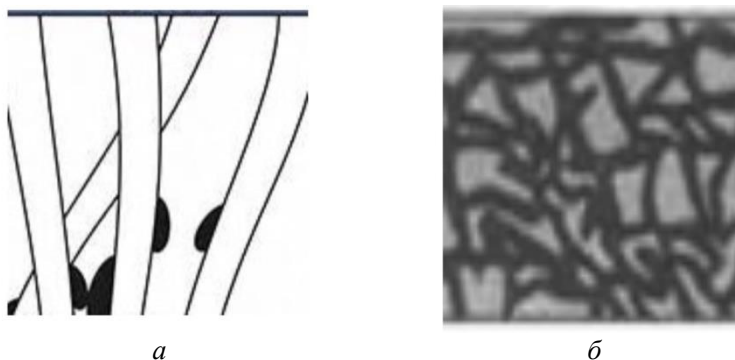


Рис. 1. Структура минеральной ваты: а) вертикально направленные волокна; б) хаотично направленные волокна

В настоящее время существуют технологические приемы получения минераловатных теплоизоляционных изделий с различным типом

ориентирования волокон, что позволяет получать изделия направленного функционального назначения: маты теплоизоляционные, в том числе прошивные; плиты – жесткие, полужесткие, для утепления стен, полов, кровель, чердачных перекрытий и т.д. Так же на основе минераловатных волокнистых материалов получают изделия для утепления трубопроводов в виде цилиндров, полуцилиндров, сегментов и т. д. Анализ существующих минераловатных изделий в последние годы показывает стабильность их производства и применения в строительной индустрии. Дальнейшее развитие технологий минераловатных изделий с применением инновационных технологий, модификацией исходных сырьевых продуктов позволит расширить области применения таких изделий и позволит в значительной степени обеспечить устойчивое развитие теплоизоляционных изделий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *А.Д. Жуков.* Технология теплоизоляционных материалов. Учебное пособие. –М, Издательство АСВ, 2010, -395 стр, 215 илл.
2. *Соков В.Н.* Высокотемпературные теплоизоляционные материалы, синтезируемые в гидротеплосиловом поле // Вестник МГСУ. 2009. Спецвыпуск №3. С. 40-50.
3. *Сергиенко А.В., Яцун И.В.* Современные теплоизоляционные материалы: виды, свойства, применение // Научные исследования. 2017. № 6 (17). Том 2. С. 9-10.
4. *Бобров Ю. Л., Овчаренко Е. Г.* Теплоизоляционные материалы и конструкции; Инфра-М, 2010. – С. 266.
5. *Камзолов С. М., Корниенко В. Н., Руденко Г. С.* Тепловая изоляция. Учебное пособие. – М.: МГУПБ. 2010. – С. 120.
6. *Горлов, Ю. П.* Технология теплоизоляционных материалов : учебник для вузов / Ю. П. Горлов, А. П. Меркин, А. А. Устенко. – М : Стройиздат, 1980. – 399 с.
7. *Китайцев В.А.* Технология теплоизоляционных материалов М.: Стройиздат, 1964. 382 с.

ВЛИЯНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА НА ВЕЛИЧИНУ ПЛАСТИЧНОСТИ ГЛИНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Разбросанность сведений о технологии производства кирпича, нехватка методических материалов по методам анализа глинистого сырья и контроля технологического процесса, сведений и технологическом оборудовании затрудняет работу как исследователей, так и практиков. В связи с этим являются актуальными работы по рассмотрению свойств и методов анализа сырьевых материалов в технологии производства керамических стеновых материалов.

В отечественной литературе имеется много работ, освещающих природу пластичности и способы ее измерения [1]. В литературе по керамике пластичность иногда характеризуется как свойство глинистых масс претерпевать необратимые деформации сдвига без разрыва сплошности под воздействием внешних усилий. Из такого определения понятия пластичности следует, что системы, находящиеся за пределами этого состояния, уже не обладают пластичностью. Пластичный грунт или масса может находиться в непластичном состоянии, когда деформации заканчиваются разрывами, т.е. пластичное и непластичное состояние грунта обуславливается влажностью и консистенцией, а не величиной пластичности. В настоящее время для определения пластичности глинистых минералов используют метод Аттерберга, основанный на установлении количества воды, необходимого для установления верхнего и нижнего пределов пластичности. Величина числа пластичности глинистого сырья, полученная данным методом верна лишь в отношении увлажненных глинистых масс, имеющих формовочную влажность или близкую к ней. Она не может характеризовать пластичность масс, имеющих высокую степень увлажнения, не способных сохранять приданную им форму, а также высохших масс с низкой влажностью, не способных сохранять свою форму без разрыва сплошности. Большой интерес представляет способ, позволяющий оценивать пластичность глин по содержанию тонкодисперсных фракций в глинах [2-4]. В пределах одного месторождения значение числа пластичности может иметь прямолинейную зависимость от содержания в глине тонкодисперсных фракций с размером частиц менее 0,01 мм, но может иметь и нелинейный характер. Подобную зависимость можно разделить на несколько интервалов, в диапазоне которых будет прослеживаться своя

зависимость числа пластичности от гранулометрического состава. Так, первый интервал соответствует числам пластичности менее 7, второй от 7 до 14, третий – от 14 до 21, и четвертый более 21. Для определения значения пластичности глинистого сырья достаточно определить в нем содержание частиц размером менее 0,01 мм. При этом нет необходимости выполнять анализ пластичности по Аттебергу. Однако, встречаются глины с повышенным содержанием в сырье карбонатов, для которых данные зависимости не могут быть применены. Для таких пород наблюдается пониженное содержание частиц размером менее 0,001 мм при повышенном содержании частиц размером 0,005- 0,001 и 0,01-0,005 мм. Для расчета зависимости пластичности глинистого сырья от его гранулометрического состава могут применяться математические уравнения, с коэффициентами, определяющими вклад каждой фракции материала в величину его пластичности. Поэтому, если глины содержат более 2% карбонатов, это необходимо учитывать при расчете их пластичности. Были разработаны математические уравнения расчета пластичности, пределов на границах текучести и раскатывания глинистого сырья в зависимости от его гранулометрического состава [5]. Абсолютная влажность на границе глинистого сырья на границе текучести W_T описывается следующим уравнением:

$$W_T = [\ln(A + 5)]^{2,65} + (B + 5)^{0,78} + [\ln(C + 3)]^{0,85} - (100 - A - B - C)^{0,52} - 0,36(D) \quad (1)$$

где: А – содержание в глинистом сырье тонкодисперсной фракции с размером частиц менее 0,001 мм, %;

В – тоже с размером частиц от 0,05 до 0,001мм;

С - тоже с размером частиц от 0,01 до 0,005мм;

D – содержание в глинистом сырье CO₂, %

Абсолютная влажность W_p на границе глинистого сырья на границе раскатывания описывается следующим уравнением:

$$W_p = (A)^{0,68} + (B + 5)^{0,70} + (C + 5)^{0,72} - [\ln(100 - A - B - C)]^{1,60} - 0,36x(D) \quad (2)$$

где: А – содержание в глинистом сырье тонкодисперсной фракции с размером частиц менее 0,001 мм, %;

В – тоже с размером частиц от 0,05 до 0,001мм;

С – тоже с размером частиц от 0,01 до 0,005мм;

D – содержание в глинистом сырье CO₂, %

Таким образом, отклонения числа пластичности глин определенных различными способами разнятся. В большинстве случаев определение числа пластичности опытным путем, находится в допустимых с практической точки зрения пределах. Однако, для случаев присутствия в сырье некоторых примесей с повышенным содержанием частиц

размером 0,005 – 0,01 мм отклонения доходят до 20 %. В результате чего может происходить искажение реальных значений влажности на обеих границах пластичности. В ряде случаев, удовлетворительные результаты достигаются при использовании расчетно-математических методов. Однако при их использовании также наблюдаются отклонения. В связи с этим возрастает актуальность проведения исследований связанных с изучением влияния состава сырьевых материалов на гранулометрический состав, пластичность и формовочную влажность сырьевых масс, используемых на заводах по производству строительной керамики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Чистякова А.И., Крамаренко М.Н.* Исследование дообжиговых характеристик глин для керамической промышленности // Сборник трудов Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. с.3543-3547.

2. *Ламберов А.А., Ситникова Е.Ю., Абдулганеева А.Ш.* Влияние минералогического и дисперсного состава каолиновых глин различных месторождений на структурно-механические свойства паст на их основе // Вестник Казанского технологического университета. 2011. №23. с.83-89.

3. *Малыгина Ю.О.* Влияние содержания глинистой фракции на величину пластичности грунтов // Материалы VIII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием «Геология в развивающемся мире». Пермский государственный национальный исследовательский университет. 2015.- с.83-87.

4. *Чумаков А.А.* Изучение гранулометрического состава, содержания примесей, пластичности, связующей способности, влияния состава масс на процесс сушки и спекания глиносодержащей строительной керамики // Сборник статей Международной научно-практической конференции «XLVIII Международные научные чтения (памяти С.О. Костовича)». 2019. с.9-11.

5. *Кондратенко В.А.* Керамические стеновые материалы: оптимизация их физико-технических свойств и технологических параметров производства. - М. - Композит. 2005. 512 С.

ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Проблемы рационального использования природных ресурсов и энергосбережения приобретают всё большее значение. Экономия топливно-энергетических ресурсов, внедрение энергоэффективных технологий и материалов, повышение эффективности тепловой защиты зданий как жилого, так и промышленного назначения являются приоритетными направлениями в развитии строительной индустрии и мировой экономики. Одними из путей решения поставленных задач является использование эффективных теплоизоляционных материалов в несущих конструкциях зданий, теплопроводов и технологического оборудования. Одними из эффективных теплоизоляционных материалов принято считать полимерные материалы, такие как: пенополистирол и пенополиуретан. На их основе изготавливается ряд изделий, такие как: плиты, служащие для наружного утепления ограждающих конструкций здания; фасонные изделия в виде клиновидных плит, служащие для организации внутреннего водоотвода с кровли здания, а также скорлуп для теплоизоляции трубопроводов; сэндвич-панели, которые могут служить как в качестве теплоизоляции, так и в качестве несущих ограждающих конструкций (рис. 1, 2).

Экструдированный пенополистирол это синтетический теплоизоляционный материал, состоящий из гранул полистирола, смешанных при высоком давлении и температуре с введением вспенивающего компонента и последующим выдавливанием из экструдера. Его также называют экструзионным пенополистиролом, сокращенно – ЭППС, или XPS.

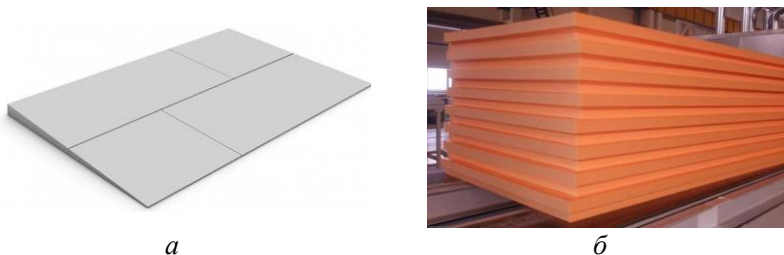
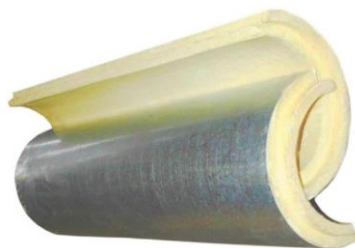


Рис. 1. Изделия на основе экструдированного пенополистирола:
а) клиновидные плиты; б) плитный утеплитель

Среди достоинств данного материала можно выделить следующие: низкая теплопроводность; высокая механическая прочность на сжатие; низкий показатель водопоглощения; высокая морозостойкость; химическая и биологическая стойкость; малый вес; удобство монтажа; широкий температурный диапазон эксплуатации. Пенополиуретан (далее – ППУ) – это полимерное соединение, которое образовывается в результате реакции между жидкими изоцианатами и жидкими полиолами. При определённом соотношении изоцианата и полиола в присутствии катализаторов (соли олова, амины или их смеси), стабилизаторов пены и вспенивающих агентов (например, фреонов) получают жёсткие пенополиуретаны, обладающие высокими теплоизоляционными свойствами. Пенополиуретан имеет структуру из мелких закрытых наполненных вспенивающим газом пор, которые образовались в результате выделения CO₂ при взаимодействии диизоцианатов с водой. Благодаря отсутствию в порах воздуха и влаги, исключается образование конденсата внутри теплоизоляционного слоя и соответственно повышается показатель долговечности материала, увеличивается период эксплуатации, который составляет около 30 лет. Помимо теплоизоляционных качеств жёсткие ППУ обладают достаточной твёрдостью и могут выдерживать значительные нагрузки. Теплопроводность и прочность ППУ зависят, главным образом, от среднего размера ячеек и увеличиваются с увеличением плотности. Кроме того, при эксплуатации пенополиуретаны не выделяют вредных веществ.



а



б

Рис. 2. Изделия на основе пенополиуретана:

а) сэндвич-панели; б) скорлупы для утепления трубопроводов

В таблице 1 представлен диапазон показателей основных физико-механических характеристик ЭППС и ППУ в зависимости от марки изделия.

Таблица 1

Физико-механические характеристики экструдированного
пенополистирола и пенополиуретана

Показатель	Вид утеплителя	
	ППС	ППУ
Сопротивление теплопередаче, R ($m^2 \cdot ^\circ C$)/Вт	2,8-3,37	3,31-3,94
Плотность, kg/m^3	20-150	40-80
Теплопроводность, Вт/ $m^\circ C$	0,038-0,06	0,03-0,04
Паропроницаемость $mg/(m \cdot ч \cdot Па)$	0,05	0,05
Температура применения, $^\circ C$	70	130
Класс горючести	Г3-Г4	Г2-Г4
Водопоглощение, %	0,5-6	1-3
Прочность при сжатии, МПа	0,25-0,7	0,15-1

Анализируя данные таблицы, можно отметить, что оба полимерных материала обладают высокими теплоизоляционными показателями. Однако, область их применения ограничивается по причине их горючести (группа горючести Г3-Г4 в соответствии с ГОСТ 30244-94). В целях её снижения ведутся научные разработки и исследования, связанные с введением различных добавок (антипиренов), которые позволят снизить уровень горючести ЭППС и ППУ до класса Г1 и в перспективе добиться присвоения им класса негорючего материала НГ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Тихонов В.Б., Колесниченко М.П.* Особенности использования современных теплоизоляционных материалов на полимерной основе // Энергобезопасность и энергосбережение. 2011. № 1 (37). с. 24-27.
2. *Абрамян С.Г., Михайлова Н.А., Котляревский А.А., Семочкин В.О.* Теплоизоляционные материалы, обеспечивающие энергоэффективность фасадных систем // Инженерный вестник Дона. 2018. №4.
3. *Абрамян С. Г., Матвийчук Т. А.* Обеспечение энергоэффективности зданий за счет применения нового теплоизоляционного материала пенокомпозита // Инженерный вестник Дона. 2017. № 2.
4. *Гуюмджян П.П., Коканин С.В., Цыбакин С.В.* Исследование долговечности пенополистирола строительного назначения // Вестник МГСУ. 2012. № 1. С. 88-93.
5. *Камзолов С. М., Корниенко В. Н., Руденко Г. С.* Тепловая изоляция. Учебное пособие. – М.: МГУПБ. 2010. – С. 120.

КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Строительная отрасль включает в себя производство строительных материалов и изделий, возведение зданий и сооружений различного функционального назначения, являясь наиболее материалоемкой и энергоемкой отраслью.

Огромные объемы потребления сырьевых и энергетических ресурсов для обеспечения строительной отрасли строительными материалами, изделиями и конструкциями, а также функционирования, выделяют ее среди других отраслей промышленности, как наиболее негативно влияющую на окружающую экологическую среду.

В настоящее время активно развивается искусственная среда, а природные ресурсы, напротив, истощаются, поэтому необходимо учитывать экологическую, экономическую и социальную устойчивость структурного проектирования. Обострение экологических проблем привело к пониманию, что их решение касается границ не только одного региона или государства.

Это привело к возникновению такого термина, как «концепция устойчивого развития», который предполагает в частности наличие процесса развития научно-технического прогресса и его влияния на природные ресурсы, а также взаимосвязь между нынешним и будущим потенциалом для обеспечения человеческих потребностей. Это развитие предполагает сокращение потребления природных ресурсов путем внедрения новых прогрессивных технологий и замену природных ресурсов на вторичные на основе отходов различного происхождения: техногенных, сельскохозяйственных и т. д., что позволит ослабить негативное воздействие человеческой деятельности на окружающую среду и положительно влиять на решение проблем, связанных с экологией.

В настоящее время одним из основных принципов, характеризующих устойчивое развитие в строительстве является оценка такого понятия, как углеродный след продукции, который можно определить по суммарным выбросам углекислого газа, выделяющегося при добыче сырьевых продуктов, их переработке в цемент, производстве арматуры, железобетонных конструкций и их транспортировке. Углекислый газ оказывает наиболее сильное воздействие на образование парникового

эффекта, который характеризуется повышением температуры атмосферы. В связи с этим диоксид углерода стал использоваться в качестве эквивалента для определения потенциала глобального потепления.

Последствия парникового эффекта можно свести к следующим наиболее значимым проблемам, связанными с окружающей средой:

- изменение климата;
- уничтожение экосистем;
- повышение уровня мирового океана;
- негативное влияние на здоровье людей.

Существуют определенные меры по предотвращению и сокращению парникового эффекта, связанного с уменьшением углеродного следа, а именно:

- снижение эмиссии вредных веществ, в том числе и углекислого газа, образующихся в промышленной деятельности;
- внедрение прогрессивных, малоотходных и безотходных технологий, а также экологичных, так называемых «зеленых» технологий.

К наиболее эффективному решению снижения эмиссии вредных веществ следует отнести внедрение современных материалов и технологий, связанных с производством железобетонных конструкций на основе применения высоко и особопрочных бетонов, которые позволят снизить расход цемента. Это позволит в значительной степени снизить материалоемкость конструкций, их массу, при обеспечении требуемой несущей способности, повысить долговечность, а также существенно снизить расходы сырьевых ресурсов и энергетические затраты при их производстве. При этом следует учитывать как отечественный, так и зарубежный опыт применения бетонных и железобетонных конструкций на основе высокоэффективных бетонов, обладающих высокими прочностными показателями с пределом прочности на сжатие до 200 МПа и пределом прочности при изгибе до 50 МПа.

Для реализации производства таких бетонов могут быть использованы следующие способы:

- применение высокомарочных цементов;
- использование эффективных поверхностно-активных веществ и активных минеральных добавок;
- использование различных типов микрофибры для производства и применения особо прочных фибробетонов и т. д.

Также к эффективным методам снижения выброса углекислого газа можно отнести снижение материалоемкости при производстве и

применении железобетонных конструкций, например, использование в строительстве многопустотных преднапряженных железобетонных конструкций, в частности, таких, как плиты перекрытия разных типов (многопустотные, ребристые).

Современные высокопрочные бетоны имеют неоспоримое преимущество по сравнению с традиционными бетонами: повышенная прочность бетона позволяет уменьшать толщину конструкций с сохранением их несущей способности.

Алгоритм проектирования строительных объектов, в том числе и на основе железобетонных конструкций с учетом экологических требований, должен обеспечивать безопасность и комфортные условия жизнедеятельности человека, одновременно ограничивая негативное воздействие на окружающую среду, а также обеспечивая охрану и рациональное использование природных сырьевых ресурсов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашиков В.И.* Модифицированные высококачественные бетоны / Научное издание. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006.
2. *Батраков В.Г., Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Силина Е.С.* Модифицированные бетоны в практике современного строительства // Промышленное и гражданское строительство. -2002. - №9. – С.23-25.
3. *Тамразян А.Г.* Бетон и железобетон – взгляд в будущее // Вестник МГСУ. 2014. № 4. с. 181-189.
4. *Калашиков В.И.* Порошковые Высокопрочные дисперсно-армированные бетоны нового поколения // Популярное бетоноведение. – 2008. №6. – С.5.
5. *Карпенко Н.И., Карпенко С.Н., Ярмаковский В.Н., Ерофеев В.Т.* О современных методах обеспечения долговечности железобетонных конструкций // Строительные науки. 2015. № 1. С. 93-102.
6. *Степанова В.Ф., Фаликман В.Р.* Современные проблемы обеспечения долговечности железобетонных конструкций // Пленарные доклады II Международной конференции «Бетон и железобетон – взгляд в будущее». М., 2014. с. 275–289.

ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Звуки и шумы являются неотъемлемой частью нашей жизни. Но не всегда они доставляют нам комфорт и удобство в повседневной жизни. Данная тема актуальна в наше время, поскольку в современном мире человеку сопутствуют шумы улицы, музыки, проезжающих машин и просто разговоров людей. Чтобы лучше разобраться с данной проблемой и путями решения её, рассмотрим понятия шума.

Шум - любой нежелательный звук, чрезмерной мощности, воздействие которого относится к производственным и санитарным вредностям.

Известны следующие виды шума:

- воздушный, передаваемый в воздушном пространстве за счёт волновых колебаний;

- ударный, распространение которого происходит по поверхности материала;

- структурный, воздействие которого обусловлено внутренними вибрациями материала при непосредственном воздействии на внутреннюю структуру материала.

Главной проблемой является вредное воздействие шума на жизнедеятельность и здоровье человека (психические заболевания, бессонница, снижение слуха, сердечно-сосудистые заболевания и др.).

В условиях современного рынка строительства достаточного уровня комфорта можно достичь с помощью применения различных видов звукоизолирующих строительных материалов. С каждым годом количество шумопоглощающих материалов становится все больше и больше. В строительстве основным методом защиты от проникающего в помещения воздушного шума является устройство ограждающих конструкций с необходимыми звукоизолирующими свойствами. К звукоизолирующим материалам относятся: шумопласт, поролон, «Tecsound», акустические декоративные плиты, изопласт, минеральная вата, звукоизоляционная мембрана, звукоизоляционная штукатурка, шумоизол, пробка, ЗИПС (звукоизолирующие сэндвич-панели). Рассмотрим некоторые из представленных выше материалов.

Звукоизоляционная штукатурка при нанесении идентична традиционной штукатурке, однако помимо декоративных свойств обладает способностью поглощать до 50% шумов. Толщина при использовании этого материала для шумоподавляющего эффекта должна

составлять 2-3 см. Данный вид отделочного акустического материала имеет ряд плюсов: проста в использовании, устойчивость к перепадам температур и влаги. К недостаткам данного материала можно отнести: недостаточное шумопоглощение, поскольку для идеальной звукоизоляции нужно обрабатывать поверхность стен с обеих сторон, что бывает затруднительно в многоквартирных домах.

Так же известен звукоизоляционный материал «Tecsound». Данный звукоизолятор относится к минеральной группе. Преимущество данного материала заключается в способности снижения шума в 28 Дб при толщине 4 мм. Несмотря на отличные показатели в шумопоглощении данный материал достаточно дорогой, а также он не совместим с бетонными поверхностями.

Звукоизоляционные свойства строительных ограждающих конструкций зависят от следующих факторов: геометрическое расположение и форма конструкций в пространстве, а так же акустические свойства применяемых материалов, которые, в свою очередь, складываются из их физико-механических характеристик и природы материала.

Существует патент на изобретение шумозащитной стены, содержащей габион [3], (рис.1). изобретение представляет собой звукоизолирующие стеновые блоки, выполненные из сетки разного диаметра, формирующие внутреннее пространство блока на 3 участка (внешние и внутриний). При этом внешние участки заполняются крупным наполнителем, а внутренний различными мелкодисперсными наполнителями, тем самым обеспечивая большую пористость слоя, что эффективно сказывается на шумопоглощении воздушного шума возводимой конструкции.

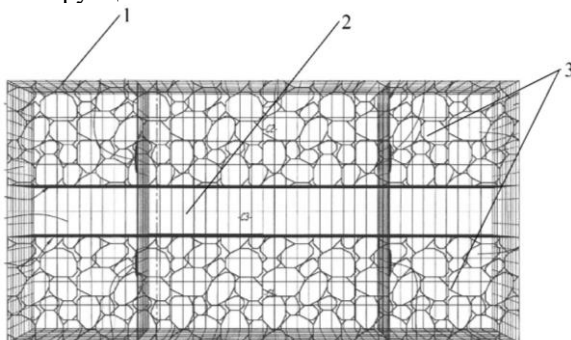


Рис.1. Шумозащитная стена, содержащая габион: 1 – сетки; 2 – внутренний участок блока, заполняемый мелкодисперсным

наполнителем; 3 – внешние участки блока заполняемые крупнодисперсным наполнителем

В современном мире важным аспектом является шумоизоляция, поскольку воздействие шума значительно влияет на здоровье человека. В настоящий момент представлено достаточное количество звукоизоляционных материалов, с различными свойствами, которые позволяют в зависимости от поставленной задачи, выбрать соответствующий по назначению материал.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Глуценко А.П.* Применение звукоизоляционных материалов и изделий при реконструкции жилых зданий // Международный студенческий строительный форум - 2018 (к 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова). Сборник докладов. В 2-х томах. 2018. С. 216-222.
2. *Устьянов В.Б., Иващенко В.В.* Ячеистозаполненные материалы – тенденции и перспективы // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2014. № 2 (181). С. 35-37.
3. Патент РФ № 2018126997, 03.03.2017 Габион, шумозащитная стена, содержащая габион, и способ создания габиона // Патент России № 2728297. 2020. Бюл. № 10. / Дабо Франсуа.
4. *Комаров А.К., Иванов И.А., Лундэнбазар Б.* Теория и практика устройства защитных сооружений с использованием габионов // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2019. Т. 9. № 1 (28). С. 78-89.
5. Звукопоглощающие материалы и конструкции: Справочник. М.: Связь, 1970. 124 с.

Студентка 2 курса 13 группы ИСА Журавлёва Д.А.

Студентка 2 курса 17 группы ИСА Рощина О.И.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук – М.Г. Брюяко

ПРЕДИЗОЛИРОВАННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ

В настоящее время решение проблем транспортных потерь теплоты является одним из приоритетов экономической стратегии России. Значительный процент трубопроводов эксплуатируется в нештатных режимах из-за длительных работ по реконструкции тепловых сетей и относительно небольшого срока эксплуатации. Данные причины приводят к экономическим убыткам, большим теплотерям (до 30 % от генерации) и дефициту топливно-энергетических ресурсов, а также росту цен на тепловую энергию.

Рассмотрим существующие на данный момент виды тепловой изоляции трубопроводов.

Одни из самых применяемых утеплителей трубопроводов являются разновидности минеральной ваты: стекловата, шлаковата, базальтовая (каменная) вата. Традиционным для утепления трубопроводов применялась рулонные материалы. Однако, на сегодняшний день всё большую популярность приобретают фасонные изделия на основе волокнистых материалов в виде цилиндров, разрезанных вдоль, при монтаже соединяющиеся клеевым составом. Минеральные утеплители обладают высокими теплоизоляционными показателями, являются негорючими и биологически стойкими. Однако, не смотря на вышеперечисленные достоинства они имеют существенный недостаток – высокий показатель водопоглощения, что влияет на потерю теплоизоляционных свойств.

Другой известный вид теплоизоляции – пенополиуретан. Это пористый полимер, ячейки которого заполнены углекислым газом. Материал отличается разнообразием монтажа: помимо стандартных форм в виде скорлупы его также можно напылять на отдельные участки магистральных трубопроводов.

И минеральные утеплители и материалы на основе газонаполненных пластмасс имеют ряд недостатков:

- монтаж, который производится непосредственно на рабочей площадке и, как следствие, влияние человеческого фактора на качество монтажа;
- попадание кислорода из внешней среды в тело трубы, который провоцирует дальнейшую коррозию трубопровода;

- необходимость защиты слоя теплоизоляции от внешней среды при сохранение её физико-механических свойств.

Существует техническое решение, направленное на устранение вышеперечисленных недостатков, а именно: предизолированные конструкции для тепловой изоляции трубопроводов, представляющие из себя центральную трубу, поверх которой размещен слой теплоизоляции, который в свою очередь покрыт слоем гидроизоляции для защиты теплоизоляции от внешней среды. Современное решение тела трубы это полимерные трубы, обладающие химической стойкостью и не подверженные коррозии, что позволяет значительно уменьшить издержки относительно привычных металлических труб. Ещё одно преимущество полимерного тела трубы, облегчающее монтаж и обработку, это их относительная гибкость.

Так известно изобретение теплоизолированная многослойная полимерная труба и способ её изготовления [5]. Данное изобретение представляет из себя теплоизолированную, полимерную, многослойную трубу с защитой от диффузии газов в виде барьерного слоя и современную конструкцию теплоизоляции. А также предложен более технологичный и лёгкий способ изготовления данной трубы. Схематичное строение теплоизолированной многослойной полимерной трубы представлено на рис. 1.

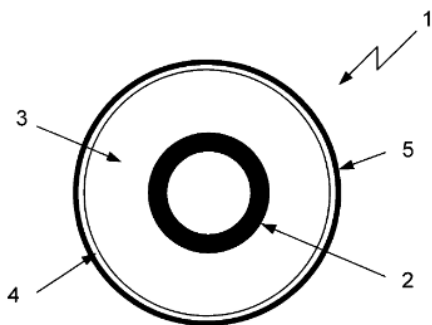


Рис. 1. Строение теплоизолированной многослойной полимерной трубы: 1 - предизолированная труба; 2 - тело трубы (напорная армированная труба из полиэтилена (PEX) сшитого поперечно с жидкокристаллическим полимером для защиты от кислорода); 3 - слой теплоизоляции из жесткого или полужесткого пенополиуретана; 4 - барьерный слой; 5 - наружный защитный слой из полиэтилена средней или высокой плотности.

Технологичность изготовления и улучшенная защита слоя теплоизоляции многослойных полимерных труб – главные преимущества и результаты изобретения. Помимо этого, увеличивается срок эксплуатации трубопровода.

Подводя итоги, можно выделить следующие преимущества предизолированных трубопроводов:

- сокращение в 2-3 раза трудозатрат на монтаж и установку;
- потери тепла снижаются до 2 %, в то время как у обычных труб они доходят до 40 %;
- срок эксплуатации увеличивается в 3-5 раз;
- снижаются затраты на ремонт, благодаря высокой надёжности предизолированных изделий и их соединений;
- защита от коррозионного повреждения тела трубы и негативных воздействий окружающей среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Жуков А.Д.* Технология теплоизоляционных материалов. Учебное пособие. – М, Издательство АСВ, 2010, - 395 стр, 215 илл.

2. *Липовских В.М., Ротмистров Я.Г., Кашинский В.И.* Опыт эксплуатации трубопроводов в пенополиуретановой изоляции в тепловых сетях ОАО «Московская теплосетевая компания» // Теплоэнергетика. 2007. №7. С. 28-30.

3. *Ковалевский В.Б.* Энергоэффективность тепловых сетей бесканальной прокладки // Новости теплоснабжения. 2010. №1. С. 40-43.

4. *Шойхет Б.М.* Проектирование тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей // Энергосбережение.- 2015.-№1.-С.54-56.

5. Патент РФ № 2016118614, 13.05.2016 Теплоизолированная многослойная полимерная труба и способ её изготовления // Патент России № 2630057. 2017. Бюл. № 25 / Волохович О.П., Алёшин С.В., Черкашин В.С.

СЕКЦИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Студентка 4 курса 37 группы ИСА Черняк Н.А.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. В.В. Смирнов

ПРИМЕНЕНИЕ ДРОНОВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В ЗДАНИЯХ

Пожары – проблема, проблема всех городов и поселений. Только за первые 3 месяца 2020 года в России произошло 91775 пожаров, которые унесли 2536 жизни, из которых 89 – дети. Согласно нормативным документам, время прибытия первого отделения на пожар в городах не должно превышать 10 минут. В сельской местности – 20 минут. В реальности рассматриваемый показатель может достигать 50 минут. Согласно исследованиям профессора Н.Н. Брушлинского и С.В. Соколова [1] основная часть погибших приходится на первые 5-6 мин развития пожара. Это происходит из-за того, что продукты горения появляются в первые 3-4 минуты после возгорания. Поэтому первое подразделение пожарной охраны, прибывшее к месту пожара, находит тела уже погибших людей. Около 90% всех жертв пожаров погибают в первые 5-7 минут развития пожара. На данный момент в пожарных частях наблюдается острая нехватка сотрудников и современной техники, особенно эта ситуация не благоприятная в регионах нашей страны. Большинство пожарных частей имеют на вооружении автолестницы, с высотой подъёма, обеспечивающие работу не выше 5 этажа зданий [3]. Несомненно, существуют более протяжённые лестницы, но присутствуют они и даже не в каждом крупном городе. Поэтому дроны являются оптимальным решением проблемы [3].

Активное производство дронов для видеосъёмки началось еще в 2015 году. В 2018 году в Китае был введен в эксплуатацию первый пожарный дрон, построенный на базе беспилотного такси. Это устройство используется не только для тушения возгораний, но и для подъема рукавов на нужную высоту и разведки. С тех пор использовать данные беспилотные летательные аппараты начали и в остальных частях мира.



Рис. 1. Дрон компании EHang

Технологии автопилота и централизованного управления EHang позволяют удаленно отправлять парком летательных аппаратов для оказания первой помощи еще до прибытия пожарных. Это значительно сократит время реагирования, что в последствии может снизить количество жертв. Посредством светочувствительной камеры с 10 – кратным зумом оператор быстро выявляет источник пожара; затем используя мощное метательное устройство с лазерным прицеливанием, заряженное огнетушащими «бомбами», 6 противопожарных бомб, со специальным наконечником из твердого сплава, которые с легкостью пробивают остекление [5].



Рис. 2. Российский дрон-такси

После чего в ход идет насос высокого давления работающий в тандеме с 10 – метровым лафетным стволом, через который подается противопожарная пена Дрон оборудован резервуаром для пены емкостью 150 литров. Одной заправки хватает на 3-4 часа. Таким образом тушение пожара происходит в два последовательных этапа с максимальной эффективностью. Для ускорения процесса тушения можно задействовать несколько беспилотников 216F.

Говоря о внедрении на вооружение пожарных частей беспилотных летательных аппаратов, стоит упомянуть отечественную разработку: дрон-такси (рис.2). Габариты данного летательного аппарата составляют 5 м на 1,6 м, что сопоставимо с размерами автомобиля. Он может взлетать на высоту 150 м и садиться на стандартное парковочное место, маневрировать на стоянке, заезжать в гараж и выезжать из него на улицу. Максимальная грузоподъемность - 300 кг, а скорость - 150 км/ч. После дооснащения противопожарным оборудованием может использоваться для тушения пожара.

Подводя итоги работы, необходимо отметить, что использование дронов для тушения пожара позволяет снизить риск для жизни пожарных, сократить финансовые издержки и более оперативно и эффективно тушить пожар.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цариченко С.Г., Овсяник А.И., Павлов Е.И., Симапов С.Е., Исавнина И.Н. Групповое управление робототехническими комплексами при тушении пожаров в особо опасных условиях // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация - 2018. № 4. С. 19-25.
2. Корольченко Д.А., Холщевников В.В. Дифференциация концепции системного подхода к анализу городской среды // Пожаровзрывобезопасность - 2015. Т. 24. № 7. С. 44-51.
3. Gorev V. The use of a safety construction for explosion relief venting // MATEC Web of Conferences. 2018. С. 02009.
4. Portnov F., Kovaleva S. Features of modelling reinforced concrete structures in order to give fire resistance. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering - 2020. № 869 (7). 072046.
5. Еремина Т.Ю., Корольченко Д.А., Портнов Ф.А. Использование диаграмм совместности для оптимизации исследования огнезащитных материалов // Пожаровзрывобезопасность - 2020. Т. 29. № 6. С. 40-49.
6. Курбатова Ю.А., Парфененко А.П. Проблемы моделирования эвакуации людей / Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал // Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 2 (32). С. 116–120.

Студентка 3 курса 38 группы ИСА Михалёва Д.Г.,

Студентка 3 курса 38 группы ИСА Ускова В.Е.

*Научные руководители – проф., д-р техн. наук, проф. Е.Н. Покровская,
асп. Е.П. Сливец*

ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЗАЩИТА ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Древесина всегда широко использовалась в строительстве, благодаря сочетанию своих уникальных свойств. И сегодня встает вопрос о поиске надежных способов продления долговечности материалов и конструкций из древесины.

С целью разработки полифункционального подхода к обеспечению долговечности деревянных конструкций необходимо решение следующих задач: создание огнестойкости для уменьшения высокой пожарной опасности материала, обеспечение биостойкости, увеличение влагозащитных свойств материала. Для памятников деревянного зодчества дополнительно требуется укрепление частично разрушенной древесины[1].

Основой для образования полифункциональных защитных составов служит фосфорилирование, то есть поверхностное нанесение наиболее эффективных фосфорсодержащих антипиренов на материал.

Дополнительно, для укрепления разрушенной и исторической древесины необходимо применение укрепляющего компонента, в качестве которого используется полиуретановый лак с добавлением наноразмерных частиц бентонита [2].

Таблица 1

Результаты влияния композитных покрытий на огнестойкость по ГОСТ 16363-98

Состав	Масса образца древесины, г		Потеря массы	
	перед сжиганием	после сжигания	Г	%
ДМФ 40% водный раствор + лак ПУ с 5% содержанием бентонита	133,37	121,5	11,86	8,9
ДМФ 40% водный раствор + лак ПУ с 10% содержанием бентонита	119,61	106,21	13,39	11,2
ДМФ 10% водный раствор + лак ПУ с 5% содержанием бентонита	151,42	126,73	24,68	16,3

При терморазложении древесины, модифицированной ДМФ, на ее поверхности образуются углистые структуры, которые обеспечивают

огнезащитность материала. ДМФ 40% оказывается наиболее эффективным [3].

На рис 1. представлены образцы древесины исходной и обработанной различными ФОС. Использование данных защитных составов приводит к прекращению распространения пламени по поверхности, уменьшению времени самостоятельного горения и тления образцов древесины, а также снижению индекса РП. Следствием проведенных испытаний является увеличение группы огнезащитности и переход обработанной древесины в разряд слабогорючих материалов (потеря массы менее 20%) [4].

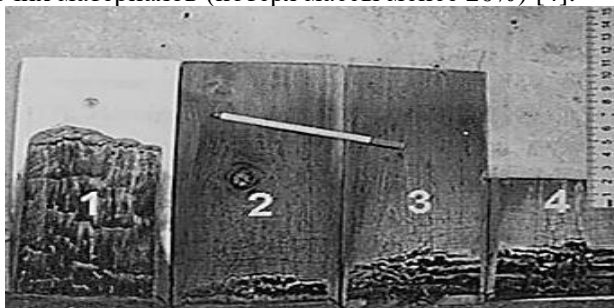


Рис. 1. Образцы древесины обработанные составами ФОС
1-исходный, 2- ДМФ+ПЭГС, 3-ДМФ+ПМС, 4-ДМФ

Таблица 2

Результаты испытаний обработанных образцов древесины

Огнезащитный состав	Прохождение пламенем начального участка (30 мм)		Прирост температур. прод. сгорания, С	Поврежд. образца по длине, мм	Индекс РП
	Время, сек	Скорость, мм/сек			
Древесина	8	3,125	40	300	60
ДМФ 10%	275	0,09	16	45	1,5
ДМФ 40%	265	0,09	22	60	3,7

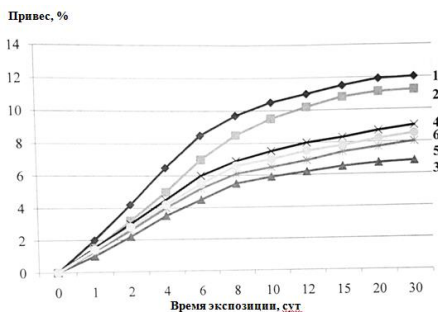


Рис. 2. Влагопоглощение образцами обработанной древесины
1-исходный, 2- ДМФ, 3-ДМФ+ПЭГС, 4-ДМФ+ПМС,
5-ДМФ+ПФМС, 6-ДМФ+ПМТФПС

Еще одним важным свойством полифункциональных составов, является влагозащита. При последовательном фосфолировании образцов древесины достигается устойчивое снижение водопоглощения в 1,5-2 раза (Рис.2) [5].

Так же влагозащитные свойства увеличивают биостойкость материала. По результатам испытаний, установлено снижение и полное прекращение жизнедеятельности биоагентов на поверхности обработанного образца фосфорорганическими соединениями [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Покровская Е.Н., Кобелев А.А., Сивенков А.Б., Серков Б.Б. Огнезащита древесины на современном этапе// Вестник Академии Государственной противопожарной службы, М.: Академия ГПС МЧС РФ, 200. №7. С.76-85.
2. Tatiana Eremina and Dmitry Korolchenko Fire Protection of Building Constructions with the Use of Fire-Retardant Intumescent Compositions // Buildings - 2020, 10(10), 185; <https://doi.org/10.3390/buildings101001853>.
3. Korolchenko D.A., Sharovarnikov A.F. Heat balance of extinguishing process of flammable liquid by sprayed water // Advanced Materials Research - 2014. Vol. 1070-1072. P. 1794-1798.
4. Покровская Е.Н., Кобелев А.А., Механизм и эффективность огнезащиты фосфоркремнийорганических систем для древесины// Пожаровзрывобезопасность. 2009. Т. 18. № 3 С. 44-48.
5. Покровская Е.Н., Кобелев А.А., Влияние элементарорганических соединений на увеличение долговечности древесных материалов. М.: РАН, 2007. Т. 2. С. 306.

Студент 4 курса 37 группы ИСА Каравачкий М.О.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. Е.В. Бузаев

ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА ПО СОЗДАНИЮ АКТИВНЫХ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ СУБСТАНЦИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

В 2020 г. началось создание и перевооружение старого химического предприятия в первое и единственное государственное производство АФС на территории Брянской области. Производство субстанций – одна из важнейших составляющих фармацевтической промышленности.

Процесс создания фармацевтических субстанций сложный технологический процесс, который включает в себя обращение с легковоспламеняемыми жидкостями (ЛВЖ) и горючими жидкостями (ГЖ)[1], но и с токсичными соединениями сырья и отходов, которые очень опасны. В связи с этим обязательно выполнение норм пожаровзрывобезопасности для хранения, использования и транспортировки.

Фармацевтический комплекс является энергоёмким с точки зрения пожаровзрывоопасности, поэтому требует больших объемов ЛВЖ.



Рис. 1. Склад ЛВЖ и органических растворителей.

На складе ЛВЖ и ГЖ предусмотрено использование следующих веществ [2] (см. Таблица 1).

Определим класс опасности склада с ЛВЖ и ГЖ по приложению 2 № 116 – ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Проектируемый объект относится к опасным производственным объектам II класса опасности.

Таблица 1

Склад органических растворителей, щелочей и кислот (ЛВЖ и ГЖ)		
Наименование полупродуктов и сырья	Масса, т/год	Масса, т/месяц
Ацетон, 99,75%	956,5	79,70
Спирт этиловый, 85%	322,4	26,86
Спирт этиловый, 96%	281,9	23,49
Спирт метиловый, 99%	223,4	18,62
Этилацетат	206,7	17,22
Дихлорометан	175,1	14,59
Диэтиловый эфир	128,9	10,74
О-ксилол	55,4	4,62
Растворитель 1, 100%	53,2	4,43
Спирт изопропиловый	39,2	3,27
	Итого	203,54

Рассмотрим возможные аварийные ситуации, связанные с проливом ЛВЖ, и возможным взрывом газоздушных смесей (ГВС).

Причины и факторы, вследствие которых возможно возникновение и развитие аварий на проектируемом объекте, можно разделить на следующие:

- отказы технологического оборудования;
- ошибочные действия персонала;
- внешние воздействия природного и техногенного характера.

Рассмотрим возможные последствия аварий, связанных с проливом ЛВЖ, и взрывом газоздушных смесей (ГВС):

1. Устойчивое факельное горение;
2. Образование взрывоопасного облака с последующим взрывом ГВС;
3. Пожар на месте разлива растворителя;
4. Образование взрывоопасной концентрации ЛВЖ в резервуаре [3] с последующим воспламенением ГВС и/или взрыв;
5. Разрушение соседних емкостей, пожар и/или взрыв на месте истечения;
6. Пожары и обрушения в прилегающих зданиях и сооружениях[4].

Для предупреждения возникновения аварийной ситуации, связанной с разливом ЛВЖ предлагается следующие технические решения:

- применение устройств защиты производственного оборудования от повреждений и аварий, установка отключающих, отсекающих и других устройств;
- удаление пожароопасных отходов производства;

- для обеспечения пожарной безопасности оборудованы щиты-стенды с полным набором пожарного инвентаря (щиты с противопожарным инвентарем, ящики с песком, бочки с водой);
- применение автоматических установок пожарной сигнализации;
- для нужд пожаротушения устанавливаются резервуары[5];
- внутриплощадочные и внеплощадочные проезды, разворотные площадки, тротуары, предусмотрены с твердым покрытием;
- по периметру устанавливается ограждение;

Рекомендации по обеспечению пожаровзрывобезопасности комплекса и снижению последствий от воздействия аварийных ситуаций.

- Размещение склада за территорией предприятия и увеличение расстояний до объектов инфраструктуры промышленного комплекса;
- Уменьшение объемов, используемых ЛВЖ и ГЖ. Данное решение позволит изменить категорию по ОПО и как следствие уменьшить нормативные требования к складу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Gorev V.A.* Ensuring explosion safety of residential buildings // MATEC Web of Conferences - 2018. С. 03046.
2. *Eremina, T., Nesterov, M., Korolchenko, D., Giletich, A.* Problematic issues of quality, certification and tests of fire-fighting technical production. E3S Web of Conferences – 2020. 164, 14023.
3. *Portnov F. and Mikhaleva D.* Thermodynamic foundations of wood's operational properties. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1001 (2020) 012037 IOP Publishing (ERSME 2020) doi:10.1088/1757-899X/1001/1/012037.
4. *Алешков М.В., Цариченко С.Г., Холостов А.Л., Гусев И.А.* Обеспечение пожарной безопасности объектов энергетики путем разработки и применения мобильной робототехники пожаротушения // Пожаровзрывобезопасность - 2018. Т. 27. № 9. С. 35-49.
5. *Парфёненко А.П., Курбатова Ю.А.* Анализ программно-вычислительных комплексов эвакуации людей // Молодёжные инновации. Сборник материалов семинара молодых ученых в рамках XXIII Международной научной конференции. Москва, 2020. С. 133-137.
6. *Корольченко Д.А., Азатян В.В., Горшков В.И., Шебеко Ю.Н., Навценя В.Ю., Яшин В.Я.* Основные факторы, определяющие воздействие газоаэрозольных огнетушащих составов на процессы горения // Пожаровзрывобезопасность - 1997. Т. 6. № 4. С.3-6. 104.

Студент 3 курса 38 группы ИСА Иванов В.И.

ДИНАМИКА ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ПЕРВОМ ПИКЕ

Анализ последствий внутренних взрывов в зданиях свидетельствует о недостаточной эффективности существующих мер защиты, а именно лёгкосбрасываемых конструкций (ЛСК), так как не учитывается процесс освобождения проёмов от ЛСК. На текущий момент максимальное давление принимают исходя из предположения, что оно достигается, когда фронт пламени наибольший [1-3]. Это происходит обычно к концу взрыва и взрывная нагрузка сводится к эквивалентно статической. Затягивание процесса открытия пространства для истечения газов при использовании инерционных ЛСК может привести к более высокому уровню давления взрыва. В этом случае возрастает так же динамичность нагрузки, так как давление возрастает до максимума в более короткий срок. В представляемой работе определяется динамика давления во время вскрытия проёмов от ЛСК в зависимости от безразмерных параметров, определяющих этот процесс [4-5].

Параметры:

$$B = \frac{\Delta P_B^{5/3} \cdot (V_0)^{2/3}}{P_0^{2/3} \cdot \rho_n \cdot x_0 \cdot u_r^2 \cdot \left(\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \gamma \cdot (\sigma - 1) \cdot \sigma^2\right)^{2/3}};$$
$$\bar{S}_0 = \frac{S_0}{U_r \cdot V_0^{2/3}};$$
$$\bar{X}_0 = \frac{x_0 \Pi}{S_0}.$$

Где P_B – давление вскрытия в Па, V_0 – объём помещения в м³, P_0 – атмосферное давление в Па, ρ_n – плотность ЛСК в кг/м², x_0 – глубина заделки в м, u_r – скорость горения в м/с, γ – показатель адиабаты, σ – степень расширения продуктов горения, Π – периметр проёма в м.

В результате численного решения уравнений, описывающих динамику давления с учётом движения ЛСК были установлены зависимости величин максимального давления при вскрытии проёмов, время на достижение характерных величин давления от отмеченных параметров. (Рис.1 – Рис.4)

Во всех сериях численного эксперимента использовалось одинаковое давление вскрытия. Так при его изменении графики, соответственно, поднимаются или опускаются при сохранении подобия.

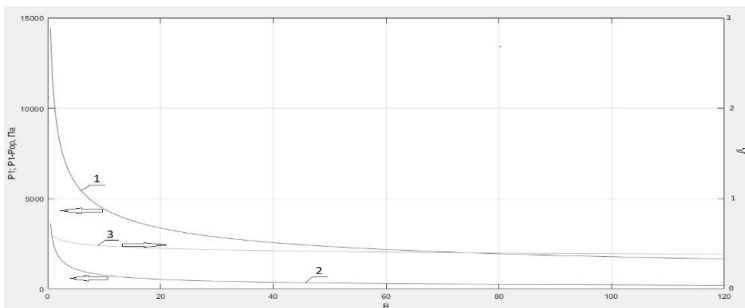


Рис.1. Зависимость давления от параметра B во время вскрытия ЛСК, кривая (1) – абсолютное давления на $1^{ом}$ пике, кривая (2) – разница давлений на первом пике и в момент открытия проёма, кривая (3) – безразмерное давление на $1^{ом}$ пике (обезразмерено на давление начала открытия проёма)

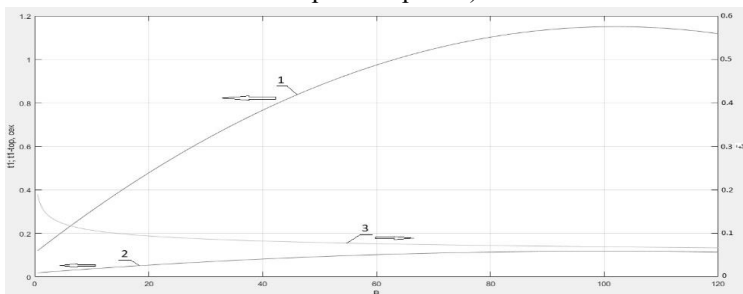


Рис.2. Зависимость характерного времени от параметра B . Кривые (1), (2), (3) аналогичны Рис.1.

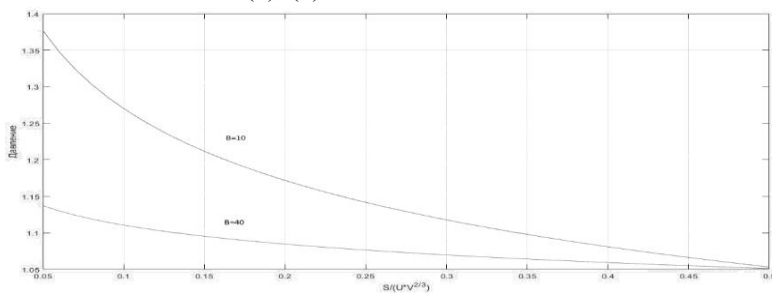


Рис.3. Зависимость давления от параметра \bar{S}_0 во время вскрытия ЛСК

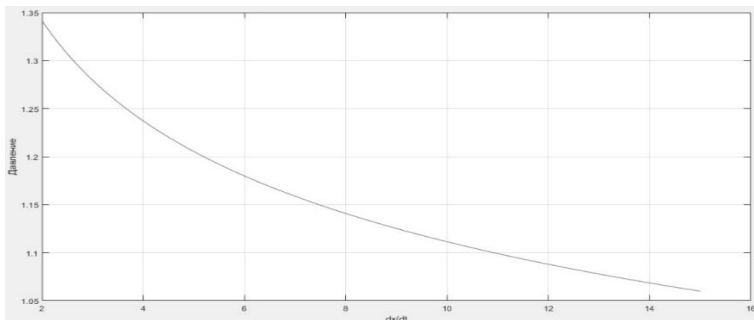


Рис.4. Зависимость давления от $\frac{d\bar{x}}{dt} \sim \bar{X}_0$

Расчёты показывают, что динамика давления во время вскрытия проёмов определяется именно указанными параметрами, так как при произвольном изменении отдельных величин с сохранением указанных параметров динамика изменения давления сохраняется.

Из зависимостей на Рис.(1-4) легко установить величины максимального давления и времени достижения этого давления при изменении какой-либо величины, влияющей на указанные параметры: объём, масса ЛСК, периметр проёма, глубина заделки ЛСК в проёме, площадь проёмов, давление вскрытия и скорость горения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Пилюгин Л.П.* Обеспечение взрывоустойчивости зданий с помощью предохранительных конструкций. М. Пожнаука, 2000. 224 с.
2. *Korolchenko, D., Tusnin, A., Trushin, S., Korolchenko, A.* Physical parameters of high expansion foam used for fire suppression in high-rise buildings - 2015. International Journal of Applied Engineering Research, 10 (21), pp. 42541-42548.
3. *Еремина Т.Ю., Корольченко Д.А., Портнов Ф.А.* Использование диаграмм совместимости для оптимизации исследования огнезащитных материалов // Пожаровзрывобезопасность – 2020. Т. 29. № 6. С. 40-49.
4. *Горев В.А., Мольков В.В.* О зависимости параметров внутреннего взрыва от устройства предохранительных конструкций в проемах ограждающих стен промышленных и жилых зданий. Пожаровзрывобезопасность. 2018. Т. 27. № 10. С. 6-26 DOI: 10.18322/PVB.2018.27.10.С.6-25.
5. *Vycheslav Gorev* The use of a safety construction for explosion relief venting. ESCI 2018 MATEC Web of Conferences 193(4):02009 (2018) DOI: 10.1051/mateconf/201819302009.

Студентка 4 курса 37 группы ИСА Андреева А.О.

ПОЭТАПНАЯ КОМБИНИРОВАННАЯ ЭВАКУАЦИЯ ЛЮДЕЙ ИЗ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Высотные здания придают городам современный вид и исключительную выразительность. Строительство таких объектов с каждым днем стремится побить все рекорды по «высшей» отметке. Большую их часть составляют административные здания, а также здания для проживания людей. Совсем скоро настанет момент, когда высота объектов достигнет 1 км и более.

Высотные здания обладают большой степенью пожарной опасности в сравнении с обычными зданиями. Последствия возгораний объектов трудно предугадать. Противопожарная защита данных зданий, как показывает статистика, не всегда находится в рабочем состоянии при пожаре, поэтому в результате гибнет большое количество людей, наносится огромный материальный ущерб.

Анализируя процесс эвакуации из высотных зданий при масштабных пожарах в России и за рубежом показал, что основными проблемами являются:

- высокая плотность людских потоков в лестничных клетках (время скопления людей начинает превышать 6 мин, вследствие чего наступает компрессионная асфиксия);
- недостаточный уровень подготовленности организации процесса эвакуации;
- смешанный людской поток (присутствие маломобильной группы населения);
- отсутствие возможности использования лифта при эвакуации при пожаре, в особенности для групп населения с ограниченными возможностями передвижения.

Последний пункт является наиболее важным, так как лифты в высотных зданиях используются ежедневно и без исключения.

Решением данных проблем являются поэтапная пешеходная и комбинированная (с использованием лифтов) эвакуации.

Поэтапная пешеходная эвакуация позволяет избежать скоплений (давки) на путях эвакуации, но не способствует при этом уменьшению времени выхода людей из здания наружу. Спуск людей с этажей высотной части здания по лестничным клеткам продолжительностью до 2 ч не только не обеспечивает требуемого уровня безопасности, но и требует повышенный уровень физической и психологической подготовки людей.

В настоящее время требования ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», не позволяют проводить самостоятельную эвакуацию людей с применением лифтов. А также не учтены расчеты рисков в настоящей Методике Приказа МЧС №382.

Проведя численное моделирование и анализ организации процесса беспрепятственной и своевременной комбинированной эвакуации из высотных зданий с использованием лифтов в программе *Pathfinder* на примере 27-этажного объекта Ф4.3. Здание было выбрано исходя из наблюдений, где повседневно присутствует большое количество людей, которые, в большинстве случаев, даже не знают, где располагаются лестничные клетки, так как пользуются исключительно лифтами.

На примере моделирования было доказано, что поэтапная эвакуация с применением механических средств внутреннего транспорта сокращает позволяет время эвакуации и выхода людей из объекта наружу.

Таблица 1.

Результаты эвакуации 27-этажного здания

	Без использования лифтов	С использованием лифтов	С использованием поэтапной комбинированной эвакуации
Время эвакуации	30 мин	27 мин	13 мин

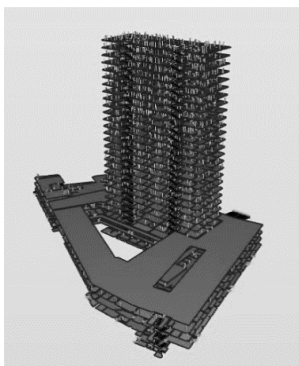


Рис. 1. Модель высотного здания

Вывод. Становится очевидным, что применение поэтапной комбинированной эвакуации обеспечивает безопасность людей, ускоряет процесс их выхода наружу, исключает скопление и давку, дает

возможность осуществления эвакуации всех находящихся людей в здании за достаточно малое время.

Ярким примером применения лифтов в эвакуации людей является башня Бурдж Дубай (самое высокое здание в мире – 828 м, 163 этажа). Эвакуация с помощью механических средств внутреннего транспорта является единственным возможным вариантом выхода людей наружу из здания, так как люди, проектирующие данный объект, понимали, что «не следует ожидать, что эвакуирующиеся пройдут 160 этажей по лестнице». Также следует отметить, что при теракте и пожаре во всемирном торговом центре ВТЦ 1 и ВТЦ 2, благодаря использованию лифтов, около 1500 человек спасли и сохранили собственную жизнь.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Korolchenko D., Kholshchevnikov V.* Conceptual problems of high-rise construction and differentiation of research within the urban environment system. MATEC Web of Conferences - 2017. Vol. 106. Article number 01038. 12 p. DOI: 10.1051/mateconf/2017106010382.

2. *Кудрин И.С.* Влияние параметров движения людских потоков при пожаре на объемно-планировочные решения высотных зданий : дис. ... канд. техн. наук. – М. : АГПС МЧС РФ, 2013. 190 с.

3. *Gorev V. A.* About dependence of parameters of internal explosion on the device of safety designs in apertures of the protecting walls of the production and residential buildings // MATEC Web of Conferences - 2018. С. 02015.

4. *Бондар А.И., Мешалкин Е.А., Танклевский Л.Т., Таранцев А.А., Цариченко С.Г.* Об особенностях применения автоматических установок сдерживания пожара // Пожаровзрывобезопасность - 2019. Т. 28. № 6. С. 43-50.

5. *Eremina T., Kuznetsova I., Rodionova L.* The Study of Various Factors Influencing the Fire Retardant Efficiency of Wood Varnish // Makovicka Osvaldova L., Markert F., Zelinka S. (eds) Wood & Fire Safety. WFS 2020. Springer, Cham - 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41235-7_16.

6. *Portnov F., Kovaleva S.* Features of modelling reinforced concrete structures in order to give fire resistance. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering - 2020. 869(7). 072046.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЗДАНИЯХ СЛЕДСТВЕННЫХ ИЗОЛЯТОРОВ

Рассмотрение проблемы пожарной безопасности в зданиях следственных изоляторов вызвано отсутствием достаточного количества требований по пожарной безопасности данных режимных объектов. Проведя анализ нормативной и научной литературы [1-6], было установлено, что имеющиеся нормы в полном объеме не обеспечивают должного уровня безопасности, так как не будут формально выполняться требования федерального закона ФЗ 123 и других противопожарных СП.

В соответствии со статьей 6, пожарная безопасность считается выполненной в случае полного выполнения требований пожарной безопасности, установленных техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом "О техническом регулировании", а также нормативных документов или расчете пожарного риска.

Так, например, выполнение общих требований свода правил не представляется возможным, потому что они противоречат сводам правил по проектированию следственных изоляторов. Согласно последним документам, здания следственных изоляторов необходимо принимать за класс Ф1.2 функциональной пожарной опасности (гостиницы, hostels), что является некорректным, так как люди в СИЗО ограничены в своем передвижении.

Специфика работы рассматриваемых режимных объектов не позволяет получить точные сведения о контингенте содержащихся в них людей, а самостоятельная эвакуация заключенных не может начаться в момент оповещения о пожаре. Время эвакуации будет значительно большим: что неизбежно приведет к тому, что величина пожарного риска выйдет за допустимые нормы, так как время блокирования путей эвакуации ОФП будет превышать время выхода людей из здания. Немаловажным фактором является и порядок эвакуации людей в случае пожара, требования к которому также отсутствуют.

В качестве подтверждения данных тезисов, автором статьи была создана компьютерная модель СИЗО (Рис. 1-2), расположенного по адресу: г. Москва, п. Вороновское, Варшавское ш., 64-й км домовладение 1, строение 4. Была установлена зависимость времени эвакуации заключенных от количества охранников (Рис. 3), осуществляющих выпускание людей из камер пребывания.

Однако следует понимать, что методика по расчету пожарного риска не учитывает множества факторов движения людей: их

психоэмоциональное состояние, скорость и время действий сотрудников федеральной службы исполнения наказания.

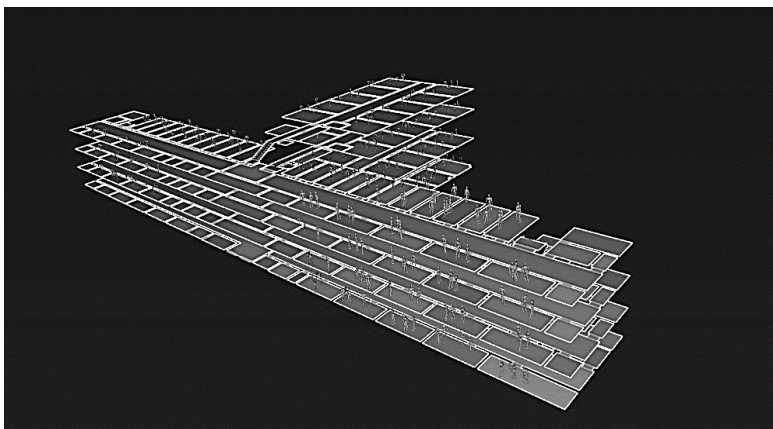


Рис. 1. Поэтажная схема следственного изолятора для расчета времени эвакуации (вид сверху)

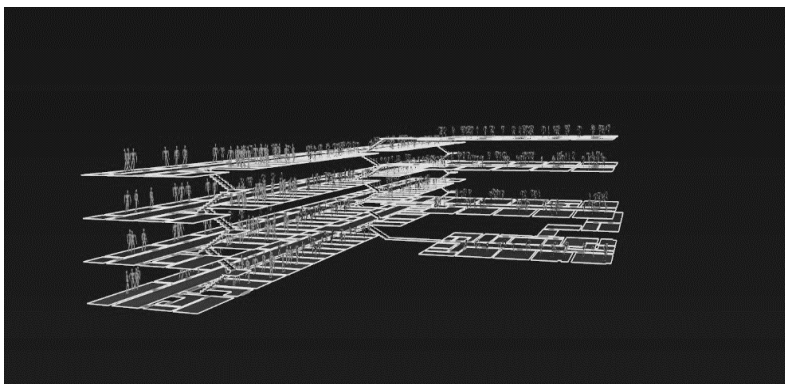


Рис. 2. Поэтажная схема следственного изолятора для расчета времени эвакуации (вид сбоку)

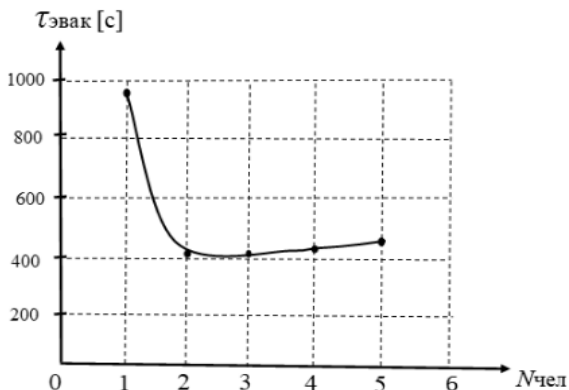


Рис. 3. Зависимость времени эвакуации людей от количества охранников в крыле здания

Дальнейшие исследования в данном направлении могут создать предпосылки к созданию принципиально новых пожарных сводов правил для следственных изоляторов, а также дополнению методики факторами и величинами для более качественной оценки пожарного риска.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Парфененко А.П., Добрынин Д.И.* Проблемы расчета пожарных рисков для зданий следственных изоляторов // Научное обозрение. 2016. С. 29-32.

2. *Korolchenko D.A., Sharovarnikov A.F.* Heat balance of extinguishing process of flammable liquid by sprayed water // Advanced Materials Research - 2014. Vol. 1070-1072. P. 1794-1798.

3. *Gorev V.* Actions of explosive loads of the protecting designs taking into account vibration combustion // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 21, Construction - The Formation of Living Environment - 2018. С. 042047.

4. *Tatiana Eremina, Dmitrii Korolchenko, Fedor Portnov* Methodology for optimizing the study of fire-retardant compositions for building materials and structures // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1001 (2020) 012018. IOP Publishing (ERSME 2020). doi:10.1088/1757-899X/1001/1/0120185.

5. *Бондар А.И., Мешалкин Е.А., Танклевский Л.Т., Таранцев А.А., Цариченко С.Г.* Об особенностях применения автоматических установок сдерживания пожара // Пожаровзрывобезопасность - 2019. Т. 28. № 6. С. 43-50.

Студентка магистратуры 1 года обучения 2 группы ИСА Барвина А.Я.

ПОЖАРООПАСНОСТЬ ФИБРОЦЕМЕНТНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Современный рынок стройматериалов предлагает широкий выбор решений для внутренней и наружной отделки зданий и сооружений разного типа. К этой категории материалов относятся фиброцементные панели, изготовленные по специальной технологии. Наиболее распространенное применение фиброцементных панелей в строительстве - навесные вентилируемые фасады. Несмотря на широкое распространения данного материала для его использования необходимо выявить наличие ограничений при использовании фиброцементных панелей с точки зрения пожароопасности в качестве отделочного материала для фасадных систем в зданиях I-III степени огнестойкости. Для этого был проведен анализ составов, технологии изготовления и пожароопасных свойств фиброцементных панелей.

В состав фиброцементного материала входит цемент, который обеспечивает изделиям прочность и устойчивость к влаге, минеральные наполнители, добавляющие фиброцементным плитам внутренней пластичности, волокна целлюлозы, которые играют роль внутренней армировки материала и сокращают линейное расширение под воздействием температур. Фиброцементные панели производят по 2 технологиям: листы из фиброцемента с вулканизированной целлюлозой, вулканизированные в автоклаве целлюлозные листы. Состав фиброцементных панелей при производстве с помощью обеих технологий приведен в таблице 1.

Таблица 1

Состав фиброцементных панелей

	1 технология	2 технология
Целлюлоза	3-30%	7-40%
Др. синтетические волокна	До 2%	-
Цемент	45-65%	30-40%
Кварцевый песок	-	25-45%
Добавки	1-3%	-
Вода	14-20%	3-5%
Пар	-	6-12%

Принципиальная разница этих технологий изготовления заключается в использовании для изготовления вулканизированных в автоклаве целлюлозных листов кварцевого песка в качестве добавки к цементу, а также использование высокой температуры и давления для вулканизации, в то время как для изготовления листов из фиброцемента

с добавлением вулканизированной горячим воздухом целлюлозы используется только высокая температура.

Для материалов, применяемых в качестве стеновых панелей на фасаде, должны быть определены следующие пожароопасные свойства: группа горючести, группа воспламеняемости, группа распространения пламени и группа по токсичности продуктов горения.

Также согласно ст 87 п. п. 11 ФЗ 123 в зданиях и сооружениях I - III степеней огнестойкости, кроме малоэтажных жилых домов (до трех этажей включительно), не допускается выполнять отделку внешних поверхностей наружных стен из материалов групп горючести Г2 - Г4, а фасадные системы не должны распространять горение. Таким образом отделочные материалы фасадных систем должны иметь степень горючести НГ или Г1.

В тоже время ГОСТ Р 57270 п.п. 5.2.3. допускается относить без испытаний к негорючим НГ фиброцементные изделия за исключением материалов, изготовляемых с применением полимерного и (или) органического вяжущего заполнителей и фибры. Но так как для изготовления фиброцементных панелей используется целлюлоза, для определения её группы горючести необходимо проведение испытаний.

Для испытаний были взяты 3 типа фиброцементных панелей, белого цвета, общей толщиной 8 мм. В плитах 1 типа количество целлюлозы составляло 4% от общей массы, в плитах 2 типа – 12%, 3 типа – 37%. Были проведены испытания на определение группы горючести в соответствии с ГОСТом. Для проведения испытаний подготовлено 12 образцов каждого типа панелей размером 1000x190 мм.

Комплект из четырех вертикально ориентированных образцов подвергался воздействию газовой горелки в течение 10 мин. После остывания испытанных образцов определялись потеря массы образцов и степень повреждения образцов по длине. В результате проведенных испытаний панели с содержанием целлюлозы 4% относятся к группе горючести материала **НГ**, панели с содержанием целлюлозы 12% – к группе **Г1**, панели с содержанием целлюлозы 37% – к группе **Г2**.

Для панелей, группа горючести которых была определена как Г1, также проведены испытания на воспламеняемость, на определения коэффициента дымообразования, группы токсичности продуктов горения, группы распространения пламени в соответствии с ГОСТом. Испытания показали, что данные панели имеют высокую пожаробезопасность, так как они не поддерживают процесс горения, образуют малое количество дыма, а также относятся к малоопасным материалам по токсичности продуктов горения. Результаты всех испытаний приведены в таблице 2.

Результаты испытаний

	1 тип	2 тип	3 тип
Группа воспламеняемости		В1	
Группа дымообразующей способности		Малая дымообразующая способность	
Группа токсичности продуктов горения		Малоопасный материал	
Группа горючести	НГ	Г1	Г2
Группа распространения пламени		РП1	

Таким образом применение фиброцементных панелей может быть достаточно широко, но при условии ограничения в их составе фиброполимерных волокон (целлюлозы). При превышении определенного количества в составе, этот материал переходит в другую группу горючести и не может быть использован повсеместно, а только в зданиях определенной степени огнестойкости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Gorev V.* Actions of explosive loads of the protecting designs taking into account vibration combustion // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 21, Construction - The Formation of Living Environment. 2018. С. 042047.

2. *Dmitry Korolchenko* Behavior of bearing reinforced concrete panels in the process of combined action // MATEC Web of Conferences 265 - 2019, 05037.

3. *Еремина Т.Ю., Корольченко Д.А., Портнов Ф.А.* Использование диаграмм совместимости для оптимизации исследования огнезащитных материалов // Пожаровзрывобезопасность 2020 том. 29 № 6. С.40-49.

4. *Ступаков А.А., Леликов Г.Д., Семёнов П.А., Василенко В.В.* Обследование и восстановление высотных объектов методом промышленного альпинизма//Механизация строительства. 2015. № 2 (848). С. 48-52.

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ОБЛАСТИ МНОГОТОПЛИВНЫХ АЗС

История развития АЗС в России началась в 1911 году, когда Императорское Автомобильное Общество заключило договор с Товариществом «Братья Нобель» относительно бензиновых станций и продолжает развиваться [1,7]. На данный момент в России в среднем приходится 1-2 автомобиля на семью, что приводит к необходимости развития сетей АЗС по всей стране. Огромный ежегодный прирост количества АЗС приводит к недостатку норм и правил в данной области.

Например, модульные АГЗС — это газозаправочная станция, предназначенная для заправки баков автомобилей пропан бутановой смесью, вся обвязка которой выполнена на единой металлической раме. Основными правовыми документами, которыми регламентируется данные АГЗС – это СП 156.13130.2014 [2] и НПБ 111-98 [3]. Проанализировав данные документы можно прийти к выводу нехватки норм в области проектирования противопожарных расстояний в среде колонка-резервуар.

Данная область необходима в регулировании в виду того, что обрабатываемые в данных резервуарах пропан и бутан обладают повышенной пожароопасностью. При нагревании данные вещества расширяются, что приведет к возможному взрыву данных резервуаров, так как при нагревании давление в резервуаре может достигать давления в 4 Мпа [4]. Сценарии развития взрыва пропана рассматриваются в зарубежных статьях, в России подобные эксперименты не проводились. В ходе этих экспериментов была выявлена максимальная температура нагрева пропана в двустенном и одностенном резервуаре около 300 С° [5].

На данный момент во избежание возникновения взрывов проводится разработка СТУ, так же в случае расчет пожарных рисков [6], что является экономически не выгодно для развития области АЗС, ведь в случае расширения норм и правил в области проектирования, будет упрощен процесс разработки и строительства АЗС, а также обеспечения безопасности людей.

В качестве решения данной проблемы предлагается провести натурные испытания, измерив расстояния от ближайшей точки автомобиля после подъезда к колонке до резервуара. Эти исследования необходимы для выявления минимального расстояния от автомобиля до резервуара, которые нам необходимы для определения минимального

противопожарного расстояния от колонки до резервуара в случае возгорания автомобиля.

В ходе исследований были проведены натурные наблюдения на АЗС, результаты которого приведены в таблице 1.

Таблица 1

Статистические исследования расстояний

Расстояние от резервуара до автомобиля, м	Количество автомобилей
0,5	1
0,6	111
0,7	11111
0,8	111111111
0,9	111111111111111
1	111111111111111111111
1,1	1111111111111111111
1,2	11111111111
1,3	1111111
1,4	111
1,5	11

В ходе проведения исследования было выявлено, максимальное расстояние – 1,5 метра, минимальное – 0,5 метра, среднее – 1 метр. Из результатов исследования видно, что статистика подъезда автомобилей к резервуару подчиняется закону нормального распределения. Математический расчет нормального распределения показан в рис.1.

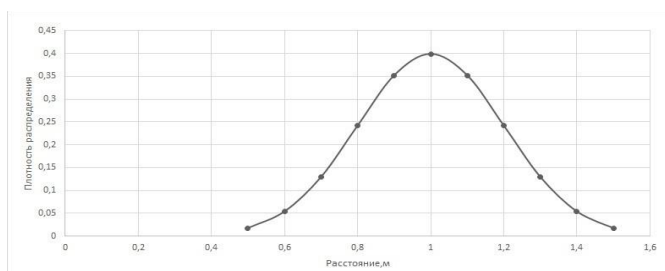


Рис. 1. График нормального распределения расстояния автомобилей до резервуара

Результаты наблюдений показывают необходимость проведения экспериментов, математических моделирований с целью обоснования минимально допустимых противопожарных расстояний, которые в последствии могут создать предпосылки к созданию принципиально новых норм и правил в области проектирования АЗС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Долгорсурэн М.М., Жаров С.П. Тенденции развития сети автозаправочных станций// Вестник Курганского государственного университета. Серия: технические науки. 2016. С. 62-66.
2. СП 156.131.2014 Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности.
3. НПБ 111-98 Автозаправочные станции. Требования пожарной безопасности.
4. Gorev V. Испарение жидкого метана с металлической поверхности // Пожаровзрывобезопасность - 2019. Т. 28. № 1. С. 14-21.
5. Чеботарева А.В. Особенности обеспечения пожарной безопасности АГЗС с наземными резервуарами для хранения СУГ// Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. С. 951.
6. Сергеева Н.Г. Стратегия развития АГЗС в России// Актуальные вопросы экономических наук. 2010. С. 348-353.
7. Цариченко С.Г., Колесников В.В., Константинова Н.И., Козинда З.Ю. Актуальные вопросы обеспечения пожарной безопасности материалов внутренних конструктивных элементов специальных автомобилей // Пожаровзрывобезопасность - 2020. Т.29. №3. С. 6-17.
8. Корольченко Д.А., Холщевников В.В. Дифференциация концепции системного подхода к анализу городской среды. //Пожаровзрывобезопасность. 2015. Т. 24. № 7. С. 44-51.
9. Еремина Т.Ю., Корольченко Д.А. Обзор программного обеспечения расчета огнестойкости строительных конструкций для различных моделей пожаров. Пожаровзрывобезопасность - 2020. № 29(3). С. 44-53. <https://doi.org/10.22227/PVB.2020.29.03.44-53>

Студентка 4 курса 37 группы ИСА Ильина А.К.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. С.В. Батманов

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СЛИВОНАЛИВНЫХ ЭСТАКАД

Наиболее эффективным и выгодным методом транспорта нефти и нефтепродуктов является перевозка их железнодорожным путем. В соответствии с СП 155.13130.2013, железнодорожная сливоналивная эстакада - это сооружение у железнодорожных путей, оборудованное сливоналивными устройствами, обеспечивающее выполнение операций по наливу и сливу нефтепродуктов из железнодорожных цистерн [1].

Сливоналивные эстакады территориально располагаются: на объектах добычи нефти, на трубопроводном транспорте нефти, на нефтеперерабатывающих заводах, на трубопроводном транспорте нефтепродуктов, на перевалочных нефтебазах, а также на распределительных нефтебазах [2, 3].

В настоящее время такие сооружения принято классифицировать по следующим признакам:

1) По конструктиву выделяют односторонние, обеспечивающие слив (налив) на одном ж/д пути и двухсторонние, обеспечивающие слив (налив) на двух параллельных ж/д путях;

2) В зависимости от вида нефтепродуктов выделяют светлые (продукты, в состав которых не входят тяжелые нефтяные фракции и характеризующиеся оптическими свойствами, близкими к прозрачным – дизельное топливо, бензин, керосин) и темные (продукты темного непрозрачного цвета, полученные путем переработки нефти, в состав которых входят тяжелые остатки первичной и вторичной переработки нефти- мазут, гудрон и битум).

3) В зависимости от периодичности наливных операций выделяют галерейный (установки налива с большим количеством наливных труб, расположенные в ряд, позволяющие произвести налив в каждую жд цистерну почти одновременно) и тактовый (одним из главных преимуществ такого метода является дистанционное управление процессом перемещения цистерн относительно наливной трубы с пульта управления, находящегося в операторной. После завершения процесса налива происходит позиционирование следующего вагона на место налива, благодаря маневровой установке) методы [4, 6].

Установка тактового налива (УТН) позволяет автоматически производить взвешивание и процесс налива нефтепродуктов в железнодорожные цистерны.

УТН имеет самостоятельные зоны налива, подготовки, закрытия и пломбировки вагонов-цистерн. Установка обеспечивает, налив вагонов-цистерн через металлические телескопические трубы. Использование шарнирных труб и гидравлического оборудования позволяет менять

положение узла налива: вдоль - до 5 м, поперек - до 0,2 м, четко подгоняя его к горловине цистерны. Наличие уплотнения позволяет создать замкнутую систему для внутренней и защитной труб при опускании.

Наличие в составе УТН установки рекуперации паров позволяет адсорбировать пары, возвращая в цикл производства, а не выбрасываются в атмосферу.

Сливоналивные ж/д эстакады, как правило, относятся к объектам, с технологическими процессами повышенной пожарной опасности, так как используются для перекачки взрывоопасных продуктов. В соответствии с СП 12.13130.2009 эстакады галерейного типа относятся к категории АН по взрывопожарной и пожарной опасности. В свою очередь автоматические установки тактового налива принято размещать в сооружении категории А или Б [4]. Возникновение пожара на эстакадах такого рода может привести к значительному материальному ущербу, а самое главное – может стать причиной гибели людей. Пожары таких сооружений могут привести к уничтожению всего производственного процесса, из-за возможности распространения огня на близстоящие вагоны- цистерны.

Опасность возможности накопления заряда статического электричества при движении нефтепродукта по трубопроводам, а также во время налива в цистерну, заключается в проявлении разрядов на технологическом оборудовании, которые могут стать источником зажигания паровоздушной горючей среды [4]. Это может привести не только к пожару, но и к взрыву, который, в свою очередь, приведет к тяжелым последствиям.

В каждом бытовом и производственном помещении установки необходим постоянный воздухообмен для обеспечения очистки воздуха от различных вредных и взрывоопасных газов и паров с целью предотвращения создания взрывоопасных концентраций. Для этих целей предусматривается приточно-вытяжная вентиляция (аварийная, естественная, искусственная).

При возникновении аварии на железнодорожных эстакадах горючие газы и пары нагретого нефтепродукта могут стать причиной появления загазованных зон, величина которых будет зависеть от расхода продукта и скорости ветра. Незащищенные металлические конструкции и трубопроводы могут нагреться до высоких температур за небольшой промежуток времени (10-15 минут), а предохранительные клапаны, не успевают стравливать давление. Это может повлечь за собой деформацию и разрыв аппаратов и трубопроводов. Повысить огнестойкость до 40-45 минут позволяет наличие теплоизоляции технологического оборудования.

Пожары на открытых технологических установках по своему характеру являются сложными и, не редко, длительными. Размеры пожара зависят от таких факторов, как, условия растекания нефтепродукта по территории и степени деформации оборудования от воздействия пламени пожара [5].

В связи с опасным технологическим процессом и достаточно сложной конструкцией, сливноналивная эстакада нуждается в обосновании действительного уровня пожарной безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 155.13130.2014 Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности (с Изменением N 1).
2. *Волков О.М.* Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами [Текст] / О.М. Волков // СПб. Изд.-во Политехн. ун-та. 2010. 398 с.
3. *Волков О.М.* Пожарная безопасность на предприятиях транспорта и хранения нефти и нефтепродуктов [Текст] / Волков О.М., Проскураков Г. А. // М.: Недра, 1981. 256 с.
4. *Батманов С.В.* Актуальные вопросы проектирования сливноналивных железнодорожных эстакад с применением систем автоматического тактового налива // Безопасность труда в промышленности. 2013. № 12. С. 28-29.
5. *Рубцов В.В.* Оценка пожарной безопасности сливноналивных эстакад нефтепродуктов. 2020. №11. С. 33-37.
6. *Ефимов А.* Наливная эстакада on spot на 3 000 000 тонн нефтепродуктов в год // Современные технологии автоматизации. 2007. № 2. С. 48-52.
7. *Шебеко А.Ю., Константинова Н.И., Цариченко С.Г.* Пожарная опасность текстильных материалов на основе полиэфирных волокон для вагонов железнодорожного транспорта // Пожаровзрывобезопасность - 2020. Т.29. №1. С. 32-40.

Студентка 4 курса 37 группы ИСА Жукова Ю.А.

Научные руководители – старш. преп. М.В. Медяник, доц., канд. техн. наук, доц. Е.Б. Сугак

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Ввиду высокой плотности застройки, в городах активно ведется строительство жилых комплексов зданий, чья высота варьируется от 30 до 75 метров.

Исходя из статистических данных, ежегодно на жилой сектор приходится около 70% от общего числа пожаров, при этом в жилых домах гибнет более 90% от общего числа погибших в Российской Федерации.

Для зданий повышенной этажности характерно большое пребывание людей, быстрое развитие пожара по вертикали и большая сложность проведения пожарно-спасательных работ и эвакуации жителей. Для опасных факторов пожара характерна повышенная динамика их развития и распространения по эвакуационным путям, а также по вертикальным коммуникациям (шахтам лифтов).

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности включают в себя:

- систему предотвращения пожара, направленную на исключение условий возникновения пожаров;
- систему противопожарной защиты, обеспечивающую защиту людей и (или) имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение его последствий;
- комплекс организационно-технических мероприятий (соблюдаются требования «Правил противопожарного режима в Российской Федерации»; назначается лицо, ответственное за пожарную безопасность на объекте; в помещениях с массовым пребыванием людей обеспечивается наличие планов эвакуации людей при пожаре).

В качестве примера реализации требований пожарной безопасности рассмотрим объект: Жилой дом, расположенный по адресу: г. Москва, ул. Малая Филевская, ЗАО, квартал 65.

Жилой дом представляет собой единый объект капитального строительства, имеющий Г- образную форму. На территории предусмотрено проектирование трансформаторной подстанции. На участке также подразумеваются места для временной стоянки автомобилей и наземный многоуровневый паркинг. Также проектом предусматривается благоустройство и озеленение территории.

ПРИМЕЧАНИЕ: в качестве рассматриваемых объектов будем использовать только жилой дом и трансформаторную подстанцию.

Пожарная безопасность объекта обеспечивается объемно-планировочными и конструктивными решениями, системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Объемно - планировочные решения проектируемого жилого дома, класса функциональной пожарной опасности Ф 1.3 предусматривают размещение в объеме корпуса помещений основного и технического назначения. Помещения второй категории имеют различные классы по взрывопожарной и пожарной опасности, которые необходимо учитывать при обеспечении пожарной безопасности, и включают в себя:

Таблица 1

Классы взрывопожарной и пожарной опасности помещений
технического назначения

№	Наименование помещений технического назначения	Категория взрывопожарной и пожарной опасности
1	Техподполье	В4
2	Помещение СС	В4
3	Электрощитовая	В4
4	Водомерный узел	Д
5	ИТП	Д

Объемно-планировочные и конструктивные решения, обеспечивающие пожарную безопасность здания, осуществляются за счет ограничения площади, а также созданием условия для ограничения распространения пожара.

Степень огнестойкости жилого дома запроектирована I с пределами огнестойкости основных несущих конструкций до не менее R(EI) 120. А трансформаторная подстанция, в свою очередь, имеет степень огнестойкости II. Класс конструктивной пожарной опасности объектов – С0. Обеспечение безопасной эвакуации людей в случае пожара, осуществляется за счет ограничения воздействия опасных факторов пожара, разделение здания на пожарные отсеки, разделение помещений противопожарными преградами, снижения опасности строительных и отделочных материалов, применяемых на путях эвакуации, наличия достаточного количества эвакуационных путей и выходов, использования систем противопожарной защиты.

Учитывая особенности объемно-планировочных решений, пожарной опасности, требований нормативных документов, здание оборудовано следующими системами противопожарной защиты: автоматическими

установками пожарной сигнализации; противодымной защитой; аварийным и эвакуационным освещением; системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре 1-го типа; наружным противопожарным водопроводом; пожаробезопасными зонами в лифтовых холлах лифтов для перевозки пожарных подразделений.

В рассмотренном объекте комплекс мероприятий пожарной безопасности обеспечивает: надежную противопожарную защиту имущества граждан и организаций, и, здания, в целом; возможность эвакуации людей наружу, эвакуации маломобильных групп населения в пожаробезопасную зону, до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара; эффективность действий пожарных подразделений по тушению и проведению пожарно-спасательных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Korolchenko D., Kholshchevnikov V.* Conceptual problems of high-rise construction and differentiation of research within the urban environment system. MATEC Web of Conferences – 2017. Vol. 106. Article number 01038. 12 p. DOI: 10.1051/mateconf/2017106010382.
2. *Айбуев З.С.-А., Исаевич И.И., Медяник М.В.* Свободное движение людей в потоке и проблемы индивидуально-поточного моделирования. Пожаровзрывобезопасность. 2014. Т. 23, № 4. С. 51-60.
3. *Gorev V.* Ensuring explosion safety of residential buildings // MATEC Web of Conferences - 2018. С. 03046.
4. *Корольченко А.Я.* Проблемы обеспечения пожарной безопасности жилых зданий// Пожаровзрывобезопасность. 2004. С. 21-23.
5. *Eremina T., Korolchenko D., Minailov D.* Empirical studies of structural material with given parameters at various fire factors. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1001 (2020) 012017. IOP Publishing (ERSME 2020). doi:10.1088/1757-899X/1001/1/012017.
6. *Курбатова Ю.А., Парфёненко А.П.* Анализ программно-вычислительных комплексов эвакуации людей // Молодёжные инновации. Сборник материалов семинара молодых ученых в рамках XXIII Международной научной конференции. Москва, 2020. С. 133-137.

Студент 3 курса 38 группы ИСА Лещёв И.В.

Научный руководитель – проф., д-р физ.-мат. наук, проф. В.А. Горев

ДЕФОРМАЦИЯ БАЛОЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ВНУТРЕННЕМ
ВЗРЫВЕ НА ПЕРВОМ ПИКЕ

Анализ последствий аварийных газовых взрывов показывает, что уровень разрушений бывает чрезмерным даже при условии соблюдения требований [1-2]. Такое может быть возможным, если регламентирующие документы не полностью учитывают особенности внутренних взрывов. В частности, в [1] регламентируется площадь проёмов, перекрытых легкобрасываемыми конструкциями (ЛСК) без учёта свойств ЛСК и без учёта характера взрыва. При категорировании зданий на взрывоопасность предполагается, что все они заведомо выдерживают давление до 5 кПа, хотя расчётов на несущую способность не требуется. В то же время игнорируется возможность разрушения не взрывоопасного здания при давлении взрыва меньше 5 кПа [2]. Таким образом, регламентирующие документы без какой-либо аргументации молчаливо обещают обеспечить взрывоустойчивость зданий взрывоопасных производств только установлением соответствующей площади проёмов с ЛСК [1] и условия, что здание выдерживает давление до 5 кПа [2]. Из работ, посвящённых внешнему взрыву [3-4], следует, что не только давление определяет устойчивость конструкции, но и характер его изменения и сравнительное соотношение времени изменения нагрузки и времени деформации конструкции. В работе оценивается влияние изменения давления при внутреннем взрыве с учётом сброса давления с помощью ЛСК на устойчивость балочных конструкций.

В работе рассматривается модельная взрывная нагрузка, состоящая из фазы роста давления, фазы спада давления, повторного роста давления и повторного спада.

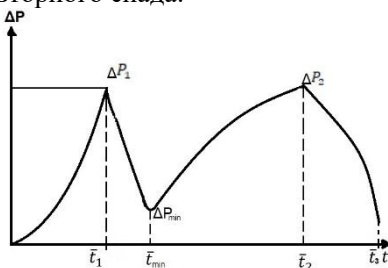


Рис. 1. Зависимость давления от времени.

ΔP_1 — давление на первом пике,
 ΔP_{min} — минимальное давление после спада давления от ΔP_1 , ΔP_2 — давление на втором пике.

На участке $0 - t_1$ нагрузки описываются выражением [5]

$$\Delta P(t) = \Delta P_1 \left(\frac{t}{t_1}\right)^3 \quad t \leq t_1$$

На участках $t_1 - t_{min}$ и $t_{min} - t_2$ давление аппроксимируется линейной зависимостью от времени при условии, что $\Delta P_1 = \Delta P_2$.

На участке $t_2 - t_3$ принимается, что скорость деформации в точке t_3 равна 0:

Уравнения, описывающие деформацию балочных конструкций при изгибе, приводились к эквивалентной системе с с массой. [6-7].

1. $Y'' + Y = B_f \left(\frac{t}{t_1}\right)^3 \quad t \leq t_1$ - уравнение в упругой стадии деформации в фазе роста давления [5].

2. $\Delta Y'' + \Delta Y = B_f \left(\frac{t-t_1}{t_- - t_1}\right)$ - уравнение в упругой стадии деформации $t_1 - t_{min}$

3. $\Delta Y = B_f \left(1 - \frac{\Delta t}{t_-}\right) - 1 \quad \Delta t_k < \Delta t < t_-$ - уравнение в пластической стадии деформации $t_{min} - t_2$

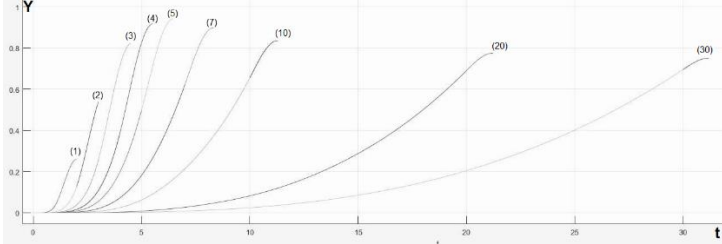


Рис. 2. Результаты численного счёта для а) $B_f = 0.7$.

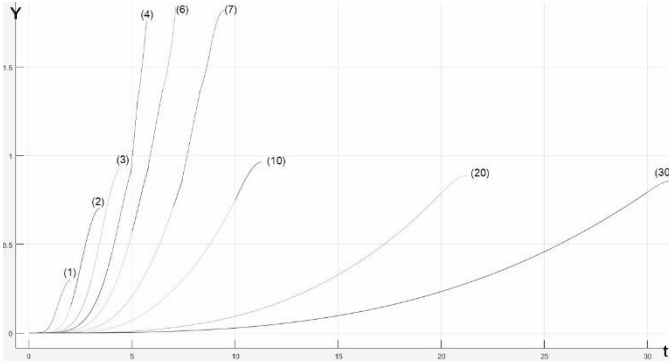


Рис. 3. Результаты численного счёта для б) $B_f = 0.8$.

На рис. 2 приведены результаты численного эксперимента для случаев $B_f = \frac{\Delta P_1 \cdot b \cdot L}{R_m} =$ а) 0.7; б) 0.8 $R_m = \alpha \frac{M_p}{L}$; $\alpha = 8, 12, 16$ и времени $t_2 = 2t_1$; $t_- - t_1 = 0.5t_1$, где $t_1 = 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 20, 30$.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ:

1. Максимальная деформация зависит как от силового фактора, так и от соотношения времени изменения нагрузки по отношению к времени деформации конструкции.

2. Нагружение носит динамический характер при $t > 2$ и $t < 10$
3. Нагружение носит квазистатический характер при $t \leq 2$ и $t \geq 10$
4. При $B_f < 0.7$ деформация носит только упругий характер.
5. Деформация в основном определяется первым пиком давления, так как он более динамичный и расчётное давление следует определять с учётом этого обстоятельства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 56.13330-2011 – Производственные здания. МинРегион России, 2011.
 2. СП 12.13130-2009 – Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. М. ВНИИПО МЧС России, 2009.
 3. *Горев В.А., Плотников А.И.* Устойчивость при внешних аварийных взрывах. Труды научно-практ. конф. МАСВ, 2005. С. 32-45.
 4. *Лужин О.В., Попов Н.Н., Расторгуев Б.С.* Расчёт конструкций сооружений на действие взрывных волн. М. Стройиздат, 1981. С. 5-28.
 5. *Gorev V.A.* Deformation of beam structures in an internal explosion. Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1425(1), 012178- 1.
 6. *Korolchenko D., Tusnin A., Trushin S., Korolchenko A.* Physical parameters of high expansion foam used for fire suppression in high-rise buildings. International Journal of Applied Engineering Research – 2015. № 10 (21). pp. 42541-42548.
 7. *Бондар А.И., Мешалкин Е.А., Танклевский Л.Т., Таранцев А.А., Цариченко С.Г.* Об особенностях применения автоматических установок сдерживания пожара // Пожаровзрывобезопасность - 2019. Т. 28. № 6. С. 43-50.
 8. *Portnov F. and Mikhaleva D.* Thermodynamic foundations of wood's operational properties. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1001 (2020) 012037 IOP Publishing (ERSME 2020) doi:10.1088/1757-899X/1001/1/012037.
- Студентка 4 курса 37 группы ИСА Чернушевич М.В.*
Научные руководители – стари. преп. М.В. Медяник, доц., канд. техн. наук, доц. Е.Б. Сугак

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ ФИЗКУЛЬТУРНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Пожарная безопасность спортивного комплекса является одной из важных составляющих безопасности объекта в целом. Здесь содержатся

горючие материалы, большое скопление людей, кроме того, он оснащен развитой кабельной сетью с большим энергопотреблением.

Источниками возгораний могут стать неисправности в электроснабжении (кабельные каналы, аппаратура, серверные и т.д.), нарушение норм пожарной безопасности в складских помещениях, а также акты саботажа, умышленный поджог и иные противоправные действия. Возникновение пожара сопровождается выделением дыма и токсичных газов, что приводит к ограничению видимости и может вызвать панику и давку среди людей.

Основными документами, регламентирующими пожарную безопасность здания - должны быть:

- Федеральный закон от 22.07.2008 г. от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности”;
- Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. №69-ФЗ “О пожарной безопасности”;
- Свод правил СП 118.13330.2012 "Общественные здания и сооружения;
- ГОСТ 12.1.004-91 “Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования”.

Пожарная безопасность спортивного объекта, как и другого, основана на трех составляющих:

1. Конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения, которые в случае пожара обеспечивают общую устойчивость сооружения, предотвращают распространение пожара по всему сооружению и предлагают возможности эвакуации зрителей, а также доступ личного состава пожарных подразделений для проведения мероприятий по спасению людей, тушению пожара и эвакуации имущества.

2. Технический комплекс средств для своевременного обнаружения пожара и выдачи сигналов управления установками противопожарной защиты, оповещения людей о пожаре и организации управления безопасной эвакуацией людей в безопасную зону, защиты эвакуационных путей от опасных факторов пожара на период эвакуации, тушения возникшего пожара стационарными установками пожаротушения.

3. Организационно-технические мероприятия, прежде всего препятствующие применению зрителями источников зажигания (файеры, петарды, ракеты).

В качестве примера рассматривается бассейн, расположенный на территории НИУ МГСУ по адресу: г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.

Здание физкультурно-оздоровительного комплекса относится к классу функциональной пожарной опасности Ф3.6;

Степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности:

Здание бассейна – СО, I;

На основании нормативных документов во всех спортивных учреждениях запрещается:

- разводить на территории объекта костры, сжигать производственные отходы и мусор;
- загромождать входы, проходы, лестничные клетки и другие пути эвакуации людей;
- оставлять без присмотра включенное электрооборудование, электроприборы и токоприемники;
- уборка помещений с применением легковоспламеняющихся и горючих жидкостей;
- отогревание замерзших водопроводных, канализационных и других труб открытым огнем;
- пользоваться различными электронагревательными приборами в местах;
- хранить легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, а также другие огнеопасные материалы;
- производить перепланировку помещений и возведение строений;
- устраивать жилые помещения и допускать временное проживание граждан;
- курение на трибуне, применение открытого огня (факелы, свечи, канделябры и т. п.), дуговых прожекторов, а также производство выстрелов, фейерверков и огневых эффектов;

Система обеспечения пожарной безопасности:

1. Система предотвращения пожаров – это комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на исключение условий возникновения пожаров. (ФЗ-123 глава 13)

2. Цель создания систем противопожарной защиты является защита людей и имущества от воздействия ОФП (Опасные факторы пожара) и ограничение его последствий. (ФЗ-123 глава 14).

На объекте защиты предусмотрены система оповещения и управления эвакуацией людей (СОУЭ) 3-го типа (речевое оповещение, световые оповещатели "Выход", знаки указывающие направление движения), Автоматическая система пожарной сигнализации (АПС) запроектированная для всего здания. Противодымная защита предусмотрена для коридоров и зальных помещений.

3. В основу комплекса организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на этапе эксплуатации Объекта

защиты входят положения ППР (правила противопожарного режима) РФ.

В результате анализа проектных решений и инженерно-технических мероприятий бассейна, расположенного по адресу г. Москва, Ярославское шоссе, дом 26, можно сделать вывод о том, что в полной мере запроектирована система обеспечения пожарной безопасности, включающая в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты и комплекс организационно-технических мероприятий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Айбуев З.С.-А., Исаевич И.И., Медяник М.В.* Свободное движение людей в потоке и проблемы индивидуально-поточного моделирования. Пожаровзрывобезопасность. 2014. Т. 23, № 4. С. 51-60.

2. *Парфёненко А.П.* Методология моделирования людских потоков и практика программирования их движения при эвакуации // Пожаровзрывобезопасность - 2014. Вып. 12. С. 37-46.

3. *Цариченко С.Г., Овсяник А.И., Павлов Е.В., Симанов С.Е., Исавнина И.Н.* Математическая модель определения направлений безопасной эвакуации людей при пожаре / Пожаровзрывобезопасность №4. 2014. С. 51-60.

4. *Холщевников, В.В.* Исследование проблем обеспечения пожарной безопасности людей с нарушением зрения, слуха и опорно-двигательного аппарата / В. В. Холщевников, Д. А. Самошин, Р. Н. Истратов // Пожаровзрывобезопасность. 2013. № 3. С. 48-56.

5. *Korolchenko D., Kholshchevnikov V.* Conceptual problems of high-rise construction and differentiation of research within the urban environment system. MATEC Web of Conferences, 2017, vol. 106, article number 01038, 12 p. DOI: 10.1051/matecconf/201710601038.

Студент 4 курса 37 группы ИСА Герасимов В.В.

Научные руководители – доц., канд. техн. наук, доц. Е.Б. Сугак, старш. преп. М.В. Медяник

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНО-ЗРЕЛИЩНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ежегодно в нашей стране происходит большое количество пожаров, которые приносят вред жизни и здоровью людей, имуществу, окружающей среде. В связи с этим, вопрос обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений является одним из наиболее важных. Особое внимание нужно уделять обеспечению пожарной безопасности объектов с массовым пребыванием людей, таким как: театры, кинотеатры, концертные залы, ночные клубы, торговые центры и т.д.

Вопросы пожарной безопасности зданий объектов культурно-зрелищного назначения особенно актуальны по той причине, что в связи со спецификой работы данных учреждений, посетители часто пребывают там в расслабленном состоянии, приподнятом настроении и не редко под воздействием алкогольных напитков. В связи с этим, люди находящиеся в здании не всегда могут своевременно среагировать на возникновение пожара и оценить его опасность. Последствия таких ситуаций, можно оценить на примере печальных историй ТЦ Зимняя Вишня и ночного клуба Хромая Лошадь.

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности включают в себя:

- систему предотвращения пожара, направленную на исключение условий для возникновения пожаров;
- систему противопожарной защиты, обеспечивающую защиту людей и (или) имущества от воздействия опасных факторов пожара (далее ОФП) и (или) ограничение его последствий;
- комплекс организационно-технических мероприятий (соблюдаются требования «Правил противопожарного режима в Российской Федерации»; назначается лицо, ответственное за пожарную безопасность на объекте; в помещениях с массовым пребыванием людей обеспечивается наличие планов эвакуации людей при пожаре).

Здания объектов культурно-зрелищного назначения относятся к классу функциональной пожарной опасности Ф2.

Учитывая специфику таких зданий, рассмотрим основные вопросы, связанные с обеспечением пожарной безопасности на примере

кинотеатра «Кунцево», находящегося по адресу: г. Москва, ул. Ивана Франко, д. 14 (далее – Кинотеатр).

Здание «Кинотеатра» запроектировано в 3 этажа с цокольным этажом с постоянным пребыванием людей.

Объект оборудуется системами пожарной безопасности, направленными на предотвращение воздействия на людей ОФП, в том числе их вторичных проявлений.

Здание оборудуется комплексом СПЗ согласно требованиям нормативных документов.

Противопожарные разрывы между зданиями и сооружениями обеспечивают нераспространение пожара на соседние здания, сооружения.

Объемно-планировочные и технические решения на объекте реализованы таким образом, что эвакуация людей завершается до наступления предельно допустимых значений ОФП.

Эвакуация обеспечивается:

- соответствующим количеством, размерами, конструктивным исполнением эвакуационных путей и выходов (для организации безопасной и эвакуации предусматриваются лестничные клетки Л1, обеспеченные выходом непосредственно наружу);
- возможностью беспрепятственного движения людей по эвакуационным путям.

Объект оборудован системой автоматической пожарной сигнализации (АПС), системой оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) людей при пожаре (3 типа), внутренним и наружным противопожарным водопроводом, а также противодымной защитой при пожаре.

Система противодымной защиты объекта обеспечивает незадымляемость, снижение температуры и удаление продуктов горения и термического разложения на путях эвакуации в течение времени, достаточного для эвакуации людей и (или) коллективную защиту людей. Для обеспечения деятельности пожарных подразделений на объекте предусмотрено устройство: проездов для пожарной техники, выходов на кровлю, противопожарного водопровода. Подъезд пожарных автомобилей к объекту предусмотрен со всех сторон, шириной 4,2 м. На территории «Кинотеатра» предусмотрен наружный противопожарный водопровод вдоль проезжей части с пожарными гидрантами. Наружное пожаротушение предусмотрено не менее чем от двух пожарных гидрантов.

Степень огнестойкости (II), класс конструктивной пожарной опасности (C0) и класс функциональной пожарной опасности здания (Ф2.2) определяют требования к объемно-планировочным решениям, строительным конструкциям и противопожарным преградам, путям эвакуации, системам активной противопожарной защиты.

Таким образом, конструктивные и объемно-планировочные решения объекта не препятствуют проведению пожарно-спасательными подразделениями действий по тушению пожара и аварийно-спасательных работ, связанных с тушением пожаров.

На рассматриваемом объекте в полном объеме обеспечено выполнение требований технических регламентов и нормативных документов по пожарной безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Корольченко Д.А., Холщевников В.В. Дифференциация концепции системного подхода к анализу городской среды // Пожаровзрывобезопасность. 2015. Т. 24. № 7. С. 44-51.
2. Айбуев З.С.-А., Исаевич И.И., Медяник М.В. Свободное движение людей в потоке и проблемы индивидуально-поточного моделирования// Пожаровзрывобезопасность. 2014. Т. 23, № 4. С. 51–60.
3. Парфёненко А.П. Методология моделирования людских потоков и практика программирования их движения при эвакуации // Пожаровзрывобезопасность. 2014. Вып. 12. С. 37-46.
4. Шихалев Д.В., Хабибулин Р.Ш. Математическая модель определения направлений безопасной эвакуации людей при пожаре// Пожаровзрывобезопасность №4, 2014, С. 51-60.
5. Цариченко С.Г., Овсяник А.И., Павлов Е.И., Симанов С.Е., Исавнина И.Н. Групповое управление робототехническими комплексами при тушении пожаров в особо опасных условиях // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация - 2018. № 4. С. 19-25.
6. Холщевников В.В. Исследование проблем обеспечения пожарной безопасности людей с нарушением зрения, слуха и опорно-двигательного аппарата / В. В. Холщевников, Д. А. Самошин, Р. Н. Истратов // Пожаровзрывобезопасность. 2013. № 3. С. 48-56.
7. Portnov F., Kovaleva S. Features of modelling reinforced concrete structures in order to give fire resistance. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 869(7), 072046.

СЕКЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Студентка 4 курса 35 группы ИСА Левина П.А.

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

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ ЭКСТРУЗИОННОГО ВСПЕНЕННОГО ПОЛИСТИРОЛА ТРЕБОВАНИЯМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

В настоящее время основной проблемой предприятий является негативное воздействие на окружающую среду факторов производственной деятельности. Указанные факторы принимают глобальные масштабы по уровню воздействия и оказываются наиболее востребованными к решению задачами. В Российской Федерации проблемами экологического строительства и производства строительных материалов на государственном уровне озаботились в 2009 году, внося изменения в нормативную базу. В том же году было создано Некоммерческое Партнерство содействия созданию и внедрению норм и правил экологического строительства «Совет по экологическому строительству» [1]. Внедрение экологически чистых и ресурсоэффективных процессов на каждом этапе производства – важнейшие показатели экологических стандартов, так называемых «зеленых» стандартов.

Теплоизоляционные материалы являются наиважнейшими строительными материалами, влияющими на энергоэффективность зданий и сооружений. Как указано в статье [2], «Мировой рынок изоляционных материалов из экструзионного вспененного полистирола оценивался в \$5,2 млрд. в 2019 году и, по прогнозам, достигнет \$7,9 млрд. к 2027 году, увеличившись в среднем на 5,6% с 2020 по 2027 год». Производство плит из экструдированного пенополистирола (XPS) – это сложный технологический процесс. На качество итогового продукта оказывает влияние множество факторов. Только четкое соответствие технологии реального процесса производства нормативному, качественное сырье, современное оборудование, грамотный и квалифицированный персонал, а также непрерывный мониторинг качества на всех этапах жизненного цикла продукции позволяет получить теплоизоляционный материал, соответствующий требованиям стандартов и конкурентноспособный на рынке строительных утеплителей. Модель технологического процесса производства теплоизоляционных плит на основе экструдированного пенополистирола представлена на рисунке 1.

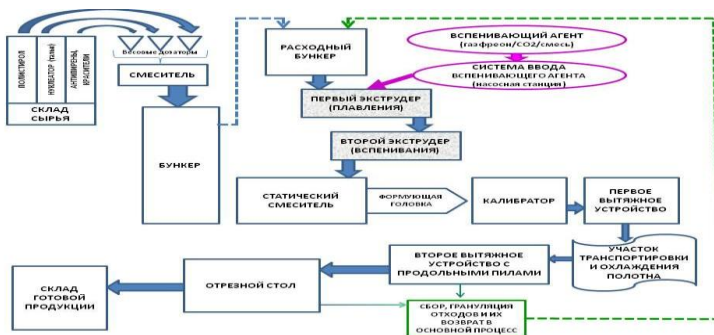


Рис. 1. Модель технологического процесса производства теплоизоляционных плит на основе экструдированного пенополистирола

Основными задачами реализации требований экологических стандартов при производстве экструзионного вспененного полистирола являются:

- безопасность технологии производства для окружающей среды, жизни и здоровья человека (контроль выбросов вредных загрязняющих веществ, пожарная безопасность);
- ресурсосбережение на всех этапах производственного процесса, это и расход сырья, поддержание оптимального температурного режима при экструзии полимера и пр.;
- энергетическая эффективность (потребление электроэнергии, водных ресурсов и т.п.);
- обращение с отходами (определение мест хранения всех видов отходов в соответствии с требованиями безопасности, максимальный возврат сырьевых отходов обратно в производственно-технологический процесс, своевременная утилизация).

Для подтверждения соответствия производства требованиям экологических ("зеленых") стандартов, автор настоящей статьи предлагает следующие способы решения:

1. Для максимально эффективной координации процессов использования строительной продукции (плит из экструзионного вспененного полистирола) при создании электронного макета строительных объектов проектными организациями, а также для предотвращения ошибок в процессе проектирования, использовать инновационную технологию Building Information Modeling (BIM – проектирование).

2. Оснащение производства современным высокотехнологичным оборудованием с использованием триангуляционных датчиков контроля.

3. Повышение квалификации и грамотности персонала, способного четко отслеживать процесс прохождения экструзии и своевременно вносить корректировки в его усовершенствование. Либо создание единого центра управления работой линии по производству с поддержкой заданных параметров, при необходимости корректирующего режим работы оборудования, подачу сырья, вспенивателей и т.п.

4. Разработка стандартов и единой информационной базы по экологическим технологиям производства строительных теплоизоляционных материалов из экструзионного вспененного полистирола.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Устав Совета по экологическому строительству, размещенный на <https://gbcru.org/documents/.pdf>

2. *Мухамеджанова О.Г., Тюменев Ю.Я., Харичкова Е.В., Боровкова А.Е.* Методика оценки риска в области охраны труда на примере строительно-ремонтной сервисной организации // Промышленный сервис. № 3, 2018. С. 35-40.

3. *Korol E.A., Shushunova N.S.* Estimation of modular green roof systems installation using the method of chronometry measurements. Journal of Physics: Conference Series. International Scientific Conference on Modelling and Methods of Structural Analysis - 2019. С. 012030.

4. *Виноградова Н.А., Плеханова С.В.* Обеспечение качества при проектировании обогревательных систем в зеленом строительстве // Научно-аналитический журнал «Инновации и Инвестиции» - 2020. № 5. С. 212-216.

5. *Костюченко Е.Г.* Методика оценки качества проектных работ в строительстве // «Строительство- формирование среды жизнедеятельности». Сборник материалов XIX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных - 2016. С. 492-494.

6. *Комаров Е.Г., Лозовецкий В.В., Лебедев В.В., Черкина В.М.* Моделирование системы автономной теплофикации при трансформации тепловой энергии, образующейся в серверных станциях // Лесной вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана - 2021. Том 25. № 1. С. 130-139.

*Студентка 3 курса 34 группы ИСА **Владелищикова Д.А.**
Научный руководитель- доц., канд. техн.наук, доц.*

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУРЫ ВНЕШНЕГО КОНТРОЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

Одним из требований к компетентности ГОСТ ИСО/МЭК 17025–2009 является обеспечение достоверности результатов, которые осуществляются посредством контроля качества в ИЛ.

Контроль качества в испытательных лабораториях подразделяется на внутренний и внешний контроль. К внутреннему контролю относятся: повторные испытания, использование стандартных образцов. К внешнему контролю - проверка квалификации путем проведения межлабораторных сравнительных испытаний (МСИ) [1-2].

Проведение межлабораторных сравнительных испытаний состоит из следующих этапов: определение методов испытаний по всем методикам, которые входят в область аккредитации, составление плана межлабораторных испытаний на текущий год, определение провайдера МСИ, проведение межлабораторных сравнительных испытаний между испытательными лабораториями [3-5]. Этапы проведения МСИ были рассмотрены на испытательной лаборатории Института комплексной безопасности (ИЛ ИКБС)

Первым этапом межлабораторных испытаний (МСИ) являлось определение методов испытаний по всей области аккредитации ИЛ ИКБС, т.к. в соответствии с политикой Росаккредитации испытательные лаборатории должны проходить МСИ в течение 5 лет по всем методам испытаний, которые входят в их область аккредитации.

Вторым этапом является составление плана проведения МСИ на текущий год, указывается метод испытаний, нормативные документы, наименование провайдера, наименование показателя и т.д.

На третьем этапе по видам испытаний необходимо определить аккредитованных в национальной системе аккредитации (НСА) провайдеров в реестре Росаккредитации, т.к. в соответствии с политикой Росаккредитации только аккредитованный провайдер может проводить МСИ.

ИЛ ИКБС проводит испытания по пожарной безопасности строительных материалов и изделий, огнестойкости строительных конструкции, безопасности средств индивидуальной защиты, а также показателям качества строительных материалов.

На сегодняшний день существуют 19 аккредитованных в НСА провайдеров и только провайдер УНИИМ- филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» занимается испытаниями межлабораторным испытаниям (МСИ), связанных со строительными материалами.

Поэтому ИЛ ИКБС может проводить МСИ с провайдерами, не аккредитованными Росаккредитацией или между испытательными лабораториями, где за провайдера испытаний выступает какая-либо испытательная лаборатория, которая участвует в МСИ.

Следующим этапом является проведение межлабораторных испытаний между несколькими лабораториями, алгоритм проведения МСИ представлен на рис 1.

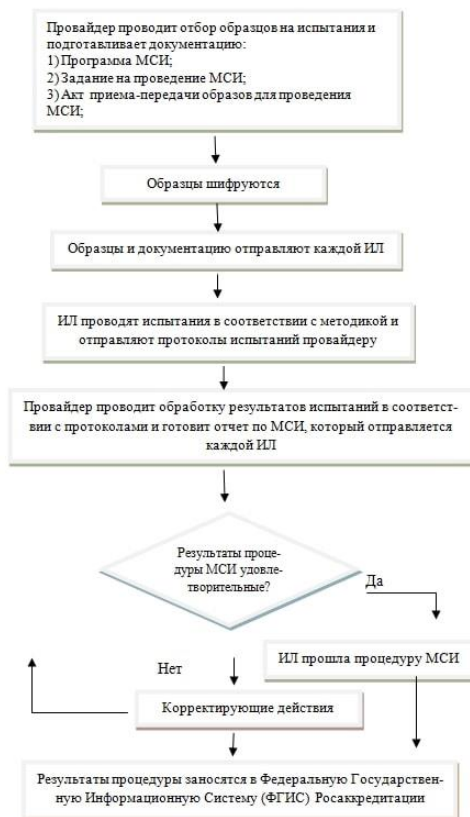


Рис. 1 Алгоритм проведения процедуры МСИ в ИЛ ИКБС

При получении неудовлетворительного результата испытательная лаборатория должна провести корректирующие действия. В этом случае необходимо установить причину выхода результата за установленные провайдером границы и провести повторные межлабораторные сличительные испытания. Руководитель лаборатории должен учитывать полученные результаты при анализе системы менеджмента и основной деятельности.

Согласно требованиям национальной системы аккредитации, лаборатория должна представить сведения о переданном провайдеру протоколе в личном кабинете ФГИС Росаккредитации в течение пяти рабочих дней со дня выпуска протокола.

В данной работе были изучены нормативные документы по внешнему контролю испытательных лабораторий, выбраны методы испытаний, включенные в область аккредитации ИЛ, составлен ежегодный план межлабораторных сравнительных (сличительных) испытаний (МСИ), определен провайдер, а так же составлен алгоритм проведения процедуры МСИ в ИЛ ИКБС. Эти данные будут использованы для разработки процедуры проведения межлабораторных сравнительных испытаний (МСИ) в ИЛ ИКБС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Ling V.V., Lisienkova L.N., Deryabin I.P., Baranova E.V., Deryabina A.I. Automation of the production process of the cluster pumping station: justification for controller selection // *Espacios* - 2019. Т. 40. № 34. С. 6/с

2. Костюченко Е.Г. Методика оценки качества проектных работ в строительстве // «Строительство- формирование среды жизнедеятельности». Сборник материалов XIX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных - 2016. С. 492-494.

3. Korol E.A., Shushunova N.S., Mayilyan A.L. Organizational and technological procuring of roofing devices with greening systems // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* - 2020. Т. 753. С. 032059.

4. Лозовецкий В.В., Лебедев В.В., Черкина В.М. Моделирование массообменных и теплообменных процессов в системах кондиционирования транспортных средств // *Транспорт: наука, техника, управление* - 2020. № 5. С. 66-72.

5. Пурынов И.С., Кирюхин С.М., Плеханова С.В., Виноградова Н.А. Количество и качество экспертов при выборе определяющих показателей инновационных материалов/ Сборник материалов международной научно-технической конференции «ИННОВАЦИИ - 2020». Часть 2. Москва, 2020. С. 36-39.

Студентка 4 курса 15 группы ИСА Боровкова А.Е.

Студент 3 курса 12 группы ИСА Долгоруков Д.Ю.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц.

О.Г. Мухамеджанова

МЕТОДИКА РАСЧЕТА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Одним из требований к компетентности испытательных лабораторий по ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 в своей лабораторной деятельности лаборатория должна оценивать неопределенность измерений по всем своим методам испытаний и отражать ее в своих отчетах по испытаниям.

Поэтому необходимо проанализировать методику расчета неопределенности измерений в соответствии с нормативно-технической документацией, зарубежной и отечественной литературой по данной тематике и провести расчет неопределенности на примере строительных материалов. [1-4]. В соответствии с ГОСТ 34100.3-2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 Неопределенность (измерений): Параметр, относящийся к результату измерения и характеризующий разброс значений, которые могли бы быть обоснованно приписаны измеряемой величине.

Алгоритм оценивания неопределенности по руководству Еврахим/Ситак [5] следующий: описание испытаний прочности на сжатие бетонных кубиков, выявление источников неопределенности по прочности на сжатие, определение неопределенности в количественном виде, вычисление суммарной и расширенной неопределенности прочности на сжатие бетонных кубиков. Этапы проведения испытаний прочности на сжатие бетона проводятся по ГОСТ 10180-2012 п.7.2.

На первом этапе проводились испытания 3 кубиков 100x100x100 и определялось среднееарифметическое значение прочности на сжатие отдельных образцов по двум образцам с наибольшей прочностью, которое составляет $R_{cp} = 45,2$ МПа. На втором этапе выявлялись источники неопределенности, которые зависят от неопределенности: разрушающей нагрузки F , площади рабочего сечения A , однородности прочности контрольных образцов и подготовки образцов к испытаниям.

На третьем этапе определялись составляющие неопределенности каждой физической величины в количественном виде, которые влияют на неопределенность результата прочности на сжатие бетонных кубиков

К примеру, неопределенность разрушающей нагрузки F для контрольных образцов бетонных кубиков зависит от погрешности гидравлического пресса ($\Delta = \pm 1\%$) и от разброса данных по разрушающей нагрузке.

Неопределенность разрушающей нагрузки по статистическим данным определяется по типу А (нормальное распределение)

$$u_{af} = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{(49836 - 47532)^2 + (45228 - 47532)^2}{2(2-1)}} = 2304 \text{ Н}$$

Неопределенность разрушающей нагрузки по испытательному оборудованию определяется по типу Б (прямоугольное распределение)

$$u_{bf} = \frac{\sum \theta}{\sqrt{3}} = \frac{49836 \times 1}{100 \times \sqrt{3}} = 287,73 \text{ Н}$$

Суммарная неопределенность разрушающей нагрузки

$$u_{cf} = \sqrt{(u_{af})^2 + (u_{bf})^2} = 2321 \text{ Н}$$

Значение факторов и их неопределенности по прочности на сжатие бетона представлены в таблице 1.

Таблица 1 Значение факторов и их неопределенности

Величина	Наименование, единица измерений	Значение оценки, x_i	Тип неопределенности	Распределение вероятностей	Стандартная неопределенность	Относительная стандартная неопределенность
F	Разрушающая нагрузка, Н	49836	Тип А	Нормальное	2321	0,0488
		45228	Тип В	Прямоугольное		
A	ширина поперечного сечения, мм	100	Тип В	Прямоугольное	0,651	0,00651
		100	Тип В	Прямоугольное		
	длина поперечного сечения, мм	100	Тип В	Прямоугольное	0,651	0,00651
		100	Тип В	Прямоугольное		
	Отклонение от перпендикулярности, мм	100	Тип В	Прямоугольное	0,578	0,00578
	Отклонение от плоскостности, мм					
	Отклонение от центрирование, мм					
\bar{V}_s	Поправочный коэффициент, учитывающий расхождение между образцами	1	Тип В	Нормальное	0,065	0,065

На четвертом этапе вычислялась суммарная и расширенной неопределенности результата прочности на сжатие серии образцов R

Суммарная стандартная неопределенность по прочности на сжатие образцов

$$u_c = 45,2 \sqrt{\left(\frac{u_f}{F}\right)^2 + \left(\frac{u_{ш}}{a}\right)^2 + \left(\frac{u_b}{b}\right)^2 + \left(\frac{u_o}{c}\right)^2 + \left(\frac{\bar{v}_s}{1}\right)^2} = 3,71 \text{ МПа}$$

Расширенная неопределенность $U(Rtb) = k \times u_c = 2 \times 3,71 = 7,42 \text{ МПа}$
где: k – коэффициент охвата, $k=2$ при $P_d = 0,95$.

Таким образом, прочность на растяжение при изгибе серии образцов составляет $45,2 \pm 7,4 \text{ МПа}$ при доверительной вероятности $P_d=0,95$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Lisienkova L.N., Savenkova I.A., Baranova E.V.* Developing a method for exploring the cyclic deformation of textile materials for interior finish of aircraft cabins // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering - 2019.
2. *Korol E.A., Shushunova N.S., Mayilyan A.L.* Organizational and technological procuring of roofing devices with greening systems // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering - 2020. Т. 753. С. 032059.
3. *Костюченко Е.Г.* Мероприятия, обеспечивающие производственную безопасность в строительной отрасли // «Молодёжные инновации». Сборник материалов семинара молодых учёных XXII Международной научной конференции - 2019. С. 223-227.
4. Черкина В.М., Лозовецкий В.В., Комаров Е.Г. Аналитический обзор исследований процессов смешения компонентов топлива в энерго-двигательных установках // Лесной вестник МГТУ им.Н.Э. Баумана – 2020. Том 1. №1. С. 103-110.
5. *Пурынов И.С., Кирюхин С.М., Плеханова С.В., Виноградова Н.А.* Количество и качество экспертов при выборе определяющих показателей инновационных материалов // Сборник материалов международной научно-технической конференции «ИННОВАЦИИ - 2020». Часть 2. Москва, 2020. С. 36-39.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КЕРАМИЧЕСКОЙ ПЛИТКИ

Одним из самых распространенных и актуальных отделочных материалов в строительстве на данный момент, является керамическая плитка. С ее помощью проводится декоративная отделка фасадов домов, каминов, полов, стен, бассейнов и тротуаров. Вследствие чего - на производителей керамической плитки ложится большая ответственность за качество и долговечность продукции.

Стабильное и высокое качество производства зависит от множества факторов, таких как: сырье, технология производства, условия труда, труд исполнителя, оборудование, постоянный контроль качества.

Определив оптимальную технологию производства, поставщиков качественного сырья и выполнив требования к условиям труда, квалификации сотрудников, оборудованию, необходимо тщательно и постоянно отслеживать параметры продукта на всех стадиях изготовления. Это позволит получить в конечном итоге материал, отвечающий всем требованиям нормативных документов, а также запросам потребителей.

Контроль производства керамической плитки включает в себя: входной, операционный и выходной контроль.

Входной контроль – это оценка качества сырья, сопроводительной документации и условий хранения. Операционный – отслеживание параметров продукта на стадиях производства. Выходной – включает в себя контроль характеристик уже готового материала.

Для осуществления контроля производства необходимо создать целую систему, включающую взаимосвязанные элементы. Процесс надзора включает множество подпроцессов и операций, таких как: измерение параметров и проверка соответствия их нормативным документам, своевременное обслуживание и ремонт оборудования, калибровка средств измерений, регулирование техпроцесса согласно методикам и т.п. Встает вопрос, как осуществить данные операции наиболее эффективно.

Создание конструктивной системы контроля качества возможно на основе автоматизации операций контроля. Такая система позволит сократить время и трудоресурсы, улучшить эргономику труда, повысит точность и достоверность получаемой информации, в том числе, позволит полностью исключить брак готовой продукции.

Керамическая плитка производится по технологии, включающей в себя этапы:

1. Подготовка сырья. Данный этап может реализовываться двумя способами – мокрым и сухим. Т.е. помол и смешивание ингредиентов осуществляется с добавлением или без добавления воды соответственно. Можно выделить три основных операции – измельчение, смешивание и увлажнение. На данном этапе возможно внедрение элемента автоматизированной системы контроля качества – датчика влажности смеси.

2. Формовка. Методом, который используется для осуществления данной операции, является метод прессования. Порошкообразная масса, полученная на первом этапе и имеющая содержание влаги от 4 до 7 процентов, сдавливается под давлением 200-400 кг/см².

3. Сушка. На этом этапе производится удаление избытка влаги, который был необходим для формовки. Для отслеживания количества влаги предлагается использовать микроволновые датчики влажности.

4. Обжиг. Обжиг в печи полуфабриката производится в течении 100 минут. Градус на протяжении всего времени меняется по температурной кривой. На сколько тщательно соблюдается температурный, временной и влажностной режим, зависит прочностные характеристики будущего изделия. Также в процессе обжига при высоких температурах плитка теряет влагу и уменьшается в размерах (ужимается). Для контроля параметров обжига в печи используются датчики температуры, влажности и времени.

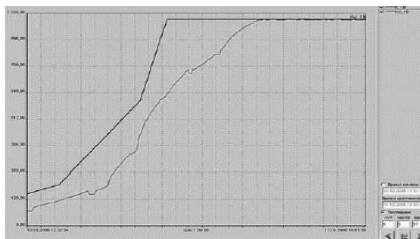


Рис. 1. График распределения температуры в печи

Автоматизированная система контроля обеспечена для удобства анализа табличной и графической формой вывода контролируемых параметров. Так, например, по результатам обжига строятся графики распределения температуры в любой момент времени (рис. 1.)

Также программа обеспечена возможностью восстановления полученных данных после аварийного отключения питания, что на предприятиях случается достаточно часто.

Эффективность и действенность системы автоматизированного контроля так же отмечается в одном из самых распространенных подходов управления качеством – Бережливое производство. Эта концепция управления производственным предприятием, которая основана на постоянном стремлении предприятия к устранению всех видов потерь. Важными аспектами такой системы является автоматический сбор данных, электронные отчеты в реальном времени и оповещения персонала, а также автоматизация управления качеством за счет методов статистического контроля, которые позволяют заранее, еще до появления дефекта, выявить опасные отклонения процесса и принять меры.

Подводя итоги, необходимо отметить, что автоматизация процесса контроля качества позволит перевести качество производства керамической плитки на новый уровень, за счет постоянного контроля параметров, обеспечит безопасность при измерении характеристик и сократит время работников по контролю за счет перевода отчетов в электронный и автоматически заполняемый системой вид.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Мухамеджанова О.Г., Кылосова Д.В., Кохреидзе М.В.* Выбор показателей и методов оценки качества многослойной битумной черепицы для ремонта зданий // Промышленный сервис - 2018. № 4 (69). С. 14-18.
2. *Виноградова Н.А., Плеханова С.В.* Обеспечение качества при проектировании обогревательных систем в зеленом строительстве // Научно-аналитический журнал «Инновации и Инвестиции» - 2020. № 5. С. 212-216.
3. *Король Е.А., Шушунова Н.С.* Сравнительная технологичность устройства кровельных покрытий с системами озеленения/ Инновационные технологии и технические средства специального назначения. Строительство: наука и образование - 2020. Т. 10. № 1. С. 1-4.
4. *Комаров Е.Г., Лозовецкий В.В, Лебедев В.В., Черкина В.М.* Моделирование системы автономной теплофикации при трансформации тепловой энергии, образующейся в серверных станциях // Лесной вестник МГТУ им.Н.Э. Баумана - 2021. Том 25. № 1. С. 130-139.
5. *Костюченко Е.Г.* Мероприятия, обеспечивающие производственную безопасность в строительной отрасли // «Молодёжные инновации». Сборник материалов семинара молодых учёных XXII Международной научной конференции - 2019. С. 223-227.

Студентка 3 курса 34 группы ИСА Маслова А.Д.

ОСОБЕННОСТИ НОВОВЕДЕННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ В ТЕХНИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ ЗДАНИЙ

В строительстве с течением времени технические характеристики зданий и сооружений изменяются, к сожалению, не в лучшую сторону, что сказывается негативно на его эксплуатационных характеристиках. При техническом контроле актуально применять приборы, которые разработаны при помощи последних достижений физики, электро- и радиотехники, тем самым облегчая работу специалистов при неразрушающем контроле зданий и сооружений.

Наиболее надежным и высокоэффективным методом выявления вероятных дефектов является ультразвуковая дефектоскопия.

Применение устоявшихся УЗ методов, основанных на одностороннем прозвучивании, например, на таких объектах как защитные оболочки реакторов атомных электростанций, туннелях, гидротехнических сооружений – невозможно [3]. Для решения данной проблемы проводят исследования метода САФТ – К, чтобы для увеличить возможность применения метода для широкого использования в строительстве.

Приборы неразрушающего контроля при работе базируется на принципах изменения свойств объекта при наличии в нем дефектов.

Нововведенное средство измерения ультразвуковой томограф А1040 MIRA, который появился в строй – тех контроле зданий значительно недавно, предназначен для контроля конструкций из бетона, железобетона и камня при одностороннем доступе к ним. В приборе используется метод САФТ-К, при работе которого происходит фокусировка ультразвука в каждую точку полупространства. Данные формируются путем сбора информации со всех измерительных пар антенного устройства прибора. В результате принимаемые антенной решеткой сигналы обрабатываются на встроенном компьютере непосредственно в процессе работы [2].

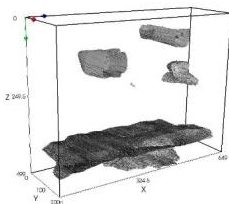
Принцип измерения на томографе:

1. Прикладываем прибор к железобетонной колонне.
2. После идет сбор информации со всех измерительных пар антенного устройства томографа.
3. Антенная решетка принимает и обрабатывает сигналы на встроенном компьютере в процессе работы.
4. Программа обеспечивает считывание данных из прибора и представляет их как в виде томограмм, так и в 3-х мерном объемном

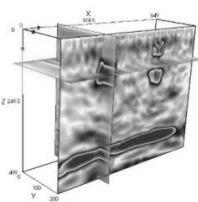
виде (3D – модели), что облегчает понимание конфигурации внутренней структуры материала.

В результате измерения появляется наглядный образ сечения контролируемого объекта, при помощи которого оцениваются дефекты внутренней структуры материала и определяются координаты их залегания в объекте.

а)



б)



в)

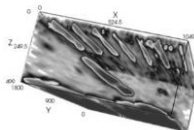


Рис.1. 3D – модели

К преимуществам относятся [1]:

- односторонний доступ к изделию;
- отсутствие контактной жидкости;
- большая чувствительность к внутренним дефектам;
- высокая точность определения координат дефектов;
- определение точной сетки арматуры.

К недостаткам можно отнести:

- низкую помехозащищенность к поверхностным отражателям;
- сильная зависимость амплитуды эхо-сигнала от ориентации дефекта;
- помехи от арматуры [4].

Благодаря данному методу, даже с указанными недостатками, можно обнаружить свыше 90% дефектов.

Главная особенность метода при контроле ЖБИ – это регистрация почти всех сигналов, которые поступают от изделия после излучения зондирующих колебаний [5].

Перспектива исследований в данном направлении существенно увеличить возможность применения метода САФТ – К для широкого использования в строительстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 17624–2012. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности. М.: Стандартинформ, 2014. 12 с.

2. Томограф ультразвуковой низкочастотный А1040 MIRA. РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ. М.: Акустические контрольные системы, 2015. 40 с.

3. *Vinogradova N., Plekhanova S.* Analysis of the requirements of normative and technical documentation for piling equipment // MCMT 2020. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 911 (2020) 012021 doi: 10.1088/1757-899X/911/1/012021.

4. *Мухамеджанова О.Г., Тюменев Ю.Я., Харичкова Е.В., Боровкова А.Е.* Методика оценки риска в области охраны труда на примере строительно-ремонтной сервисной организации // Промышленный сервис - 2018. № 3. С. 35-40.

5. *Мухамеджанова О.Г., Костюченко Е.Г.* Оценка качества разработки конструкторской документации в организации // Экономика и предпринимательство - 2017. № 3-2 (80). С. 923-927.

6. *Korol E.A., Shushunova N.S.* Estimation of modular green roof systems installation using the method of chronometry measurements // Journal of Physics: Conference Series. International Scientific Conference on Modelling and Methods of Structural Analysis - 2019. С. 012030.

7. *Лозовецкий В.В., Комаров Е.Г., Черкина В.М.* Аналитический обзор исследований процессов смешения компонентов топлива в энерго-двигательных установках // Лесной вестник МГТУ им.Н.Э. Баумана - 2020. Том 1. №1. С. 103-110.

8. *Петров К.С., Муратханов Э.В., Гоголь А.А.* Ультразвуковые исследования конструкций зданий и сооружений // Постулат - 2018. С. 14.

Студент 4 курса 35 группы ИСА Куванов В.А.

Научный руководитель- доц., канд. техн. наук, доц.

О.Г. Мухамеджанова

ТОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПОРЯДОК АТТЕСТАЦИИ КАМЕРЫ КОРРОЗИОННЫХ ГАЗОВ И КАРБОНИЗАЦИИ

Одним из требований к компетентности испытательных лабораторий на соответствии требований ГОСТ ИСО/МЭК 17025–2009 является проведение для средств измерений (испытаний) поверки (калибровки), а для испытательного оборудования процедуры аттестации [1-3].

В соответствии с ГОСТ Р 8.568-2017 аттестация испытательного оборудования – это определение нормированных точностных характеристик, их соответствия требованиям нормативно-технической документации и установление пригодности этого оборудования к эксплуатации. Аттестация испытательного оборудования разделяется на первичную, периодическую и повторную [4-5].

Целью работы является определение точностных характеристик и порядка проведения периодической аттестации камеры коррозионных газов и карбонизации.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи: определить точностные характеристики камеры коррозионных газов и карбонизации, рассмотреть порядок проведения аттестации испытательного оборудования.

На основании ГОСТ Р 52804-2007 «Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Методы испытаний» камера коррозионных газов и карбонизации должна воспроизводить следующие условия испытаний: концентрация углекислого газа ($10 \pm 0,5$)% по объему, температура (20 ± 5) °С, относительная влажность (75 ± 3)%.

Результаты испытаний температуры 20 °С представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты испытаний камеры коррозионных газов и карбонизации при температуре 20°С

Заданная температура $T_{\text{fix}}, ^\circ\text{C}$	Датчик	№ испытания					Средн арф	Отклонение от заданной температуры	Неравномерность распределения	Амплитуда
		1	2	3	4	5				
20	1	19,4	21,0	20,3	19,0	19,6	19,9	0,1	0,5	0,7
	2	19,2	20,4	20,9	19,8	20,5	20,2			
	3	19,3	20,6	20,6	19,8	19,9	19,9			

	4	20,3	20,2	19,3	20,3	19,6	20,0			
	5	20,5	20,5	20,7	20,1	19,3	20,3			
	6	20,1	20,4	19,6	20,4	20,7	20,1			
	7	19,5	19,4	19,1	20,3	20,5	19,8			
	8	20,3	21,0	20,5	19,4	20,5	20,5			
	9	20,4	20,5	20,7	19,5	19,4	20,2			

Анализ полученных значений температуры показывает, что отклонение от заданной температуры составляет 0,1°C при норме $\pm 5^\circ\text{C}$.

В камере задается определенная влажность 10%, 75%, 95% и температура 60 °C, 20 °C, 20 °C, измеряется тремя датчиками в разных точках, а именно по углам и в центре шесть раз. Результаты испытаний при 75% влажности, температуры 20°C представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты испытаний камеры коррозионных газов и карбонизации при влажности 65%, температуре 20°C

Заданная влажность $\phi_{\text{fix}}, \%$	Заданная температура T, °C	Датчик	№ испытания					Средн. $\phi_{\text{cp}}, ^\circ\text{C}$	Отклонение от заданной влажности $\Delta\phi, \%$	Неравномерность распределения $\Delta\phi_{\text{нер}}, \%$
			1	2	3	4	5			
75	20	1	74,8	72,9	77,3	76,7	72,6	74,8	-0,1	0,4
		2	75,3	74,7	72,1	76,4	74,4	74,4		
		3	77,9	74,1	77,6	74,1	72,3	74,5		

Данные результаты показывают, что отклонение от заданной влажности -0,1%, при норме $\pm 3\%$. Концентрацию газа в камере коррозионных газов и карбонизации измеряют одним датчиком в центре камеры, проводя шесть наблюдений в одной центральной точке.

Результаты показали, что отклонение заданной концентрации составило 0,05%, при норме 0,5%.

Таким образом, были проанализированы нормированные точностные характеристики, установлен порядок аттестации камеры коррозионных газов и карбонизации, проведены испытания для воспроизведения температуры, влажности концентрации углекислого газа, которые

показали, что отклонения по данным параметрам находятся в пределах допустимой нормы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Лисиенкова Л.Н., Комарова Л.Ю.* Обзор современных устройств хранения данных // Известия Тульского государственного университета. Технические науки - 2020. № 7. С. 259-265.

2. *Лозовецкий В.В., Лебедев В.В., Черкина В.М.* Моделирование массообменных и теплообменных процессов в системах кондиционирования транспортных средств // Транспорт: наука, техника, управление - 2020. № 5. С. 66-72.

3. *Король Е.А., Шушунова Н.С.* Сравнительная технологичность устройства кровельных покрытий с системами озеленения/ Инновационные технологии и технические средства специального назначения. Строительство: наука и образование - 2020. Т.10. № 1. С. 1-8.

4. *Костюченко Е.Г.* Мероприятия, обеспечивающие производственную безопасность в строительной отрасли // «Молодёжные инновации». Сборник материалов семинара молодых учёных XXII Международной научной конференции - 2019. С. 223-227.

5. *Виноградова Н.А., Плеханова С.В.* Обеспечение качества при проектировании обогревательных систем в зеленом строительстве // Научно-аналитический журнал «Инновации и Инвестиции» - 2020. № 5. С. 212-216.

ПРИМЕНЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАДАЧАХ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ОХРАНЫ ТРУДА

Обеспечение качества и безопасности зданий и сооружений является важным вопросом в строительстве. Для этой цели необходимо внедрение BIM – технологий. Building Information Modeling (BIM) - это процесс создания информационной трёхмерной модели здания, которая отображает конструкторские и архитектурные решения, включает в себя техническую документацию об объекте [1].

Минстрой представил план постепенного перехода на информационное моделирование. На данный момент приняты своды правил в области информационного моделирования в строительстве. Опрос российских организаций строительной сферы показал, что 22% из них применяют продукты BIM – технологий. Постановление Правительства № 1431 от 15 сентября 2020 года включает в себя актуализированные правила формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства.

Рассмотрим BIM - технологии более подробно. На основе модели построена совместная работа инвестора, заказчика, генерального проектировщика, генподрядчика, эксплуатирующей организации, то есть каждый из участников строительного процесса может просматривать, а инженеры создавать и редактировать данную модель [2].

Наиболее популярными программами BIM - технологий являются:

Revit – универсальная программа, в которой можно создать единую информационную модель, служащую для проектировщиков систем ОВиК и ВК, конструкторов, архитекторов.

Navisworks – программа, которая служит для обнаружения конфликтов конструкции и расширенной координации, а также для более подробной проверки 3D – моделей.

ArchiCAD – программа, наиболее точно отображающая архитектуру здания. Применительно к контролю качества проектной документации использование технологии ArchiCAD значительно снижает количество запросов на дополнительную информацию и так называемых коллизий - ошибок на этапе проектирования, практически исключает несоответствия между конструкциями объекта [3]. Например, отодвигает в прошлое такие грубые ошибки, как отсутствие технологических отверстий для инженерных систем.

Рассмотрим роль BIM технологий в вопросах обеспечения качества на примере поэтапного проектирования систем ОВиК в программе Revit:

1) Перед проектированием систем ОВиК необходимо, чтобы была готова архитектурная подоснова на базе BIM – модели;

2) Далее происходит настройка параметров микроклимата: внутренней и наружной температур. В программе Revit есть возможность создавать аналитическую модель с параметрами температуры внутреннего и наружного воздуха. Таким образом, производится автоматическая калькуляция теплопотерь и расчёт мощности систем отопления;

3) В следующем этапе происходит трассировка (прокладка) систем. Благодаря BIM-модели, можно обеспечивать визуальный контроль за положением трубопроводов в пространстве как общий, так и более подробный и тем самым обеспечить качество проекта.

Автоматическое вычисление диаметра трубопроводов под заданную скорость теплоносителя показано на рисунке 1.

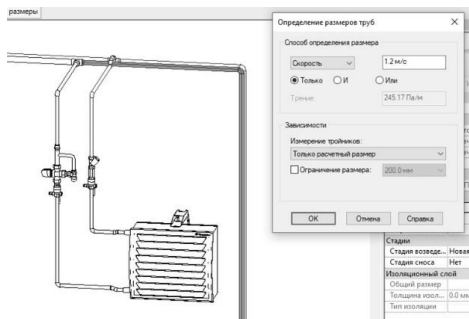


Рис.1 Пример автоматического вычисления диаметра трубопроводов

Программный комплекс AutoCAD Civil 3D позволяет решать вопросы, начиная от инженерной геодезии, картографии, проектирования инженерных коммуникаций до объектов инфраструктуры. Он позволяет создавать виртуальные генеральные планы строительства[4]. В проекте организации строительства детальная проработка местоположения башенного крана позволит избежать возникновения производственного риска.

При строительстве Малой ледовой арены в Сочи были установлены датчики, входящие в систему измерительно-вычислительных комплексов, интегрированных с BIM. Во время землетрясения в декабре

2012 г. датчики зафиксировали землетрясение и позволили дать информацию для анализа его воздействия. Система мониторинга здания выдала информацию о том, что параметры в норме и здание находится в безопасности.

Из выше сказанного можно сделать вывод, что внедрение BIM - технологий в процесс строительства необходимо осуществлять только применяя требование создания информационной модели безопасности в качестве обязательного документа, без которого строительный объект не примут в эксплуатацию [5]. И здесь целью является не столько сама информационная модель здания (она просто инструмент и основа), сколько наличие встроенной в BIM-модель системы обеспечения устойчивой безопасности объекта на всех этапах ЖЦ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ling V.V., Lisienkova L.N., Deryabin I.P., Baranova E.V., Deryabina A.I.* Automation of the production process of the cluster pumping station: justification for controller selection // *Espacios* - 2019. Т. 40. № 34. С. б/с.
2. *Мухамеджанова О.Г., Тюменев Ю.Я., Харичкова Е.В., Боровкова А.Е.* Методика оценки риска в области охраны труда на примере строительно-ремонтной сервисной организации // *Промышленный сервис* - 2018. № 3. С. 35-40.
3. *Виноградова Н.А., Плеханова С.В.* Обеспечение качества при проектировании обогревательных систем в зеленом строительстве // *Научно-аналитический журнал «Инновации и Инвестиции»* - 2020. № 5. С. 212-216.
4. *Король Е.А., Шушунова Н.С.* Сравнительная технологичность устройства кровельных покрытий с системами озеленения/ *Инновационные технологии и технические средства специального назначения. Строительство: наука и образование* - 2020. Т.10. № 1. С. 1-8.
5. *Костюченко Е.Г.* Методика оценки качества проектных работ в строительстве/ «Строительство- формирование среды жизнедеятельности». Сборник материалов XIX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных - 2016. С. 492-494.
Студентка 2 курса 34 группы ИСА Ушакова Е.В.
Научный руководитель – старш. преп., канд. техн. наук
Н.А. Виноградова

ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ПЛИТ ДОРОЖНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ ГОРОДСКИХ ДОРОГ

Дорожные плиты являются плоскими железобетонными изделиями, которые применяются в процессе строительства постоянных/ временных путей автомобильного сообщения [1].

На плиты дорожные железобетонные распространяется ГОСТ 21924.0, в котором регламентированы требования, предъявляемые к размерам, конструкциям плит, их обозначению, а также требования к бетону для их изготовления.

Плиты дорожные изготавливают только из тяжелого бетона марок М400 – М800 средней плотности с ненапряженной или предварительно напряженной стальной арматурой. Бетон должен удовлетворять требованиям ГОСТ 26633 [2, 3].

Методы контроля требуемых технических показателей плит приведены в ГОСТ 33147. Среди них: прочность и трещиностойкость плит, прочность бетона на сжатие и на растяжение при изгибе, истираемость бетона, водопоглощение, водонепроницаемость, морозостойкость бетона, толщина защитного слоя бетона, сила натяжения арматуры (для предварительно напряженных плит). Оценку соответствия внешнего вида плит выполняют визуально [4].

Большая часть железобетонных изделий не подлежит обязательному подтверждению соответствия. Исключение составляют дорожные плиты и другие изделия, применяемые в дорожном строительстве (например, бортовые камни и трубы для водоотведения) [5].

Согласно Техническому Регламенту Таможенного Союза ТР ТС 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог», плиты дорожные железобетонные подлежат обязательному подтверждению соответствия в форме обязательной сертификации.

Существует ГОСТ Р 58101-2018 «Оценка соответствия. Порядок подтверждения соответствия продукции требованиям технического регламента «Безопасность автомобильных дорог», который устанавливает порядок проведения работ по подтверждению соответствия продукции требованиям технического регламента о безопасности автомобильных дорог.

Сертификацию изделий проводит аккредитованный орган по сертификации.

При проведении процедуры подтверждения соответствия дорожно-строительных материалов и изделий заявитель формирует комплект документов, который подтверждает соответствие требованиям безопасности, включающий (при наличии):

- стандарт организации;
- сертификат соответствия требованиям системы менеджмента качества изготовителя;
- протоколы испытаний дорожно-строительных материалов и изделий, проведенных изготовителем, лицом, выполняющим функции иностранного изготовителя или аккредитованными испытательными лабораториями;
- сертификаты соответствия на материалы и комплектующие изделия и протоколы их испытаний;
- сертификаты соответствия на дорожно-строительные материалы и изделия, выданные зарубежными органами по сертификации;
- другие документы, подтверждающие соответствие дорожно-строительных материалов и изделий требованиям безопасности.

Заявитель выбирает схему сертификации, исходя из объекта подтверждения соответствия:

- для серийного выпуска продукции применяется схема 1с;
- для партии применяется схема 3с.

Испытания продукции при проведении процедуры сертификации по схемам 1с и 3с проводит аккредитованная испытательная лаборатория. По результатам проведенных испытаний аккредитованная испытательная лаборатория выдает протокол испытаний Органу по сертификации.

Основанием для выдачи сертификата соответствия являются: результаты идентификации продукции; результаты анализа комплекта документации, которую предоставил заявитель; положительные результаты испытаний образцов продукции; результаты анализа состояния производства.

Сроки хранения копий документов, на основании которых выдается сертификат соответствия продукции требованиям Технического Регламента Таможенного Союза, должны быть установлены в Руководстве по качеству Органа по сертификации и аккредитованной испытательной лаборатории.

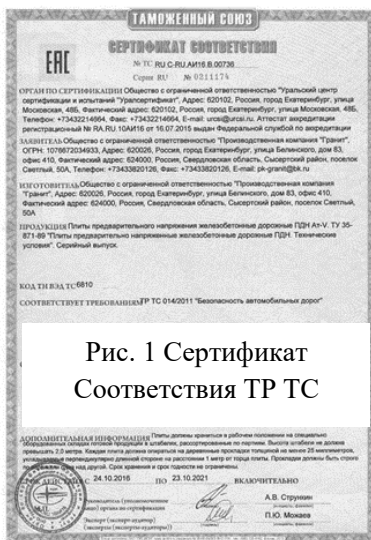


Рис. 1 Сертификат Соответствия ТР ТС

Процедура обязательного подтверждения соответствия является необходимым условием функционирования продукции на рынке, гарантией соблюдения требований безопасности, предъявляемых Техническим регламентом Таможенного Союза. Сертификат Соответствия входит в перечень необходимых обязательных сопроводительных документов на продукцию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 58101-2018 «Оценка соответствия. Порядок подтверждения соответствия продукции требованиям технического регламента «Безопасность автомобильных дорог».

2. Мухамеджанова О.Г., Кылосова Д.В., Кохреидзе М.В. Выбор показателей и методов оценки качества многослойной битумной черепицы для ремонта зданий // Промышленный сервис - 2018. № 4 (69). С. 14-18.

3. Lisienkova L.N., Savenkova I.A., Baranova E.V. Developing a method for exploring the cyclic deformation of textile materials for interior finish of aircraft cabins// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering - 2019.

4. Korol E.A., Shushunova N.S., Mayilyan A.L. Organizational and technological procuring of roofing devices with greening systems// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering - 2020. Т. 753. С. 032059.

5. Мухамеджанова О.Г., Костюченко Е.Г. Оценка качества разработки конструкторской документации в организации// Экономика и предпринимательство - 2017. № 3-2 (80). С. 923-927.

6. Лозовецкий В.В., Лебедев В.В., Черкина В.М. Моделирование массообменных и теплообменных процессов в системах кондиционирования транспортных средств/ Транспорт: наука, техника, управление - 2020. № 5. С. 66-72.

Студент 4 курса 35 группы ИСА Белоцерковский В.Д.

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

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА СЕРТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ ВО ВРЕМЯ ДЕЙСТВИЯ СЛОЖНОЙ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В СВЯЗИ С КОРОНОВИРУСОМ (COVID-19)

В настоящее время строительство является главным звеном в развитии инфраструктуры Российской Федерации. Как известно, для

развития инфраструктуры страны в полном объеме необходимо поддерживать на должном уровне качество и конкурентоспособность материалов используемых в строительстве. За оценку качества продукции отвечает сертификация, которая подтверждает соответствие установленным требованиям продукции, тем самым вызывая лояльность потребителей [1, 2]. Но с 6 марта 2020 года мир столкнулся с новым инфекционным заболеванием – COVID-19 (коронавирусная инфекция), вследствие чего многие виды работ приняли дистанционный характер, в том числе и сертификация [3].

Решением данной проблемы является разработка процесса сертификации продукции в условиях действующей коронавирусной инфекции. Для этого необходимо:

1. Рассмотреть процесс сертификации продукции до коронавирусной инфекции;
2. Разработать процесс сертификации продукции с применением рекомендаций Минпромторга и Минэкономразвития России в отношении работы в сложный эпидемиологический период.

С помощью Постановления Правительства РФ от 01.12.2009 N 982 (ред. от 07.03.2019) "Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии" улавливаются товары, которые подлежат добровольной или обязательной сертификации и выбирают схему сертификации в зависимости от величины партии в соответствии с ГОСТ Р 53603-2020 «Схемы сертификации продукции в Российской Федерации».

Рассмотрим процесс сертификации продукции на основе схемы 1с.

Из данной схемы можно выявить непосредственный контакт между людьми на этапе анализа состояния производства, отбора и испытания образцов, а также на этапе инспекционного контроля вследствие чего повышается риск распространения коронавирусной инфекции.

От 15 мая 2020 года Минпромторг и Минэкономразвития России выпустили рекомендации связанные с работой ОС в период коронавируса.

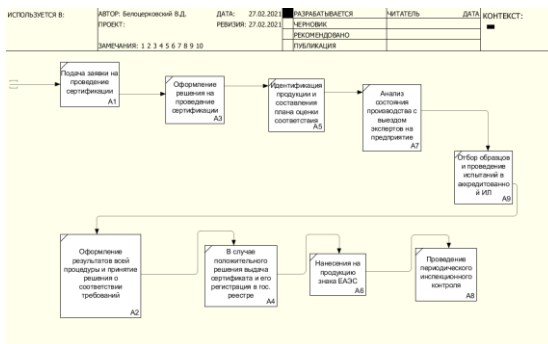


Рис. 1. Процесс сертификации

Процедура сертификации осталась неизменна, кроме анализа состояния производства, отбора и испытания образцов и инспекционного контроля [3, 4].

Рассмотрим процесс сертификации в период сложной эпидемиологической ситуации.

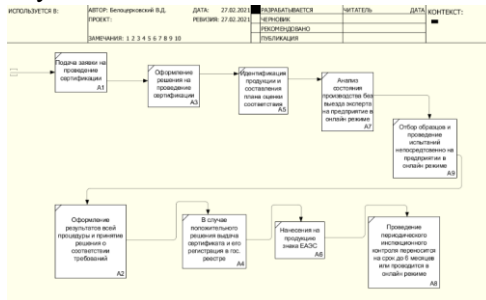


Рис. 2. Процесс сертификации в период коронавируса

Исходя из данных рекомендаций, анализ состояния производства проводится без выезда эксперта на предприятие. Данная процедура проводится в дистанционном формате с помощью видео связи, а также идентификацией физических лиц, помещений, технического оснащения и места нахождения предприятия, с отправкой полного пакета документов по системе менеджмента качества и их анализа [5].

Предприятие фиксирует процесс изготовления продукции на видео и присылает его эксперту ОС, вместе с видео также прикрепляется документация по системе менеджмента качества.

Процедура отбора образцов происходит в строго установленные даты в режиме реального времени и в виде онлайн конференции на складе готовой продукции. Представитель предприятия, находясь на данном складе показывает эксперту ОС образцы готовой продукции, при этом показывая необходимые данные, такие как маркировку, таблички, клеймение и т.д. Данный процесс снимается на видео.

Затем данные образцы отделяют от другой продукции, упаковывают, пломбируют и отправляют на испытания в ИЛ.

Периодический инспекционный контроль, который наступал в период с 15 марта до 31 декабря 2020 года переносится на срок до 6 месяцев, но он также может проводиться как и отбор образцов в онлайн

режиме в соответствии с определенными факторами связанными с конкретным видом продукции.

Таким образом, можно сделать вывод, что данные рекомендации подготовили почву для перехода на следующий уровень сертификации с применением технических средств, что в разы упрощает работу ОС и ускорит выдачу сертификатов предприятиям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Мухамеджанова О.Г., Тюменев Ю.Я., Харичкова Е.В., Боровкова А.Е.* Методика оценки риска в области охраны труда на примере строительно-ремонтной сервисной организации // Промышленный сервис - 2018. № 3. С. 35-40.

2. *Korol E.A., Shushunova N.S.* Estimation of modular green roof systems installation using the method of chronometry measurements. Journal of Physics: Conference Series. International Scientific Conference on Modelling and Methods of Structural Analysis - 2019. С. 012030.

3. *Черкина В.М., Лозовецкий В.В., Комаров Е.Г.* Аналитический обзор исследований процессов смешения компонентов топлива в энерго-двигательных установках// Лесной вестник МГТУ им.Н.Э. Баумана – 2020. Том 1. №1. С. 103-110.

4. *Костюченко Е.Г.* Мероприятия, обеспечивающие производственную безопасность в строительной отрасли./ «Молодёжные инновации». Сборник материалов семинара молодых учёных XXII Международной научной конференции - 2019. С. 223-227.

5. *Vinogradova N., Plekhanova S.* Analysis of the requirements of normative and technical documentation for piling equipment // МСМТ 2020. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 911 (2020) 012021 doi: 10.1088/1757-899X/911/1/012021.

ПЕРСПЕКТИВЫ СЕРТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ «ЗЕЛЕНОГО» СТРОИТЕЛЬСТВА

На данный момент активное развитие промышленности, технический прогресс и рост плотности застроенных территорий ведут к огромным экологическим проблемам не только в мегаполисах, но и небольших городах по всему миру. В связи с данной проблемой, возникает необходимость в создании альтернативных направлений строительства, благодаря которым влияние на окружающую среду будет снижено до минимального.

Одним из таких направлений является «зеленое» строительство, при котором активно используются экологические строительные материалы, альтернативные источники энергии, и экологический след от использования таких объектов строительства минимален. Применение технологий «зеленого» строительства является довольно затратным, однако эксплуатация «зеленого» здания намного меньше по стоимости традиционного строительства, так, к примеру, экономится до 70% энергии за счет использования датчиков движения, при использовании современных сберегающих технологиях экономится более 30% воды, что является современным подходом к экологической ответственности владельца здания и отвечает требованиям в сфере экологической безопасности [1].

Для того чтобы здание считалось «зеленым», или экологичным, оно должно пройти добровольную сертификацию по одному из «зеленых» стандартов (таблица 1).

Таблица 1

Сравнительная таблица наиболее популярных «зеленых» стандартов

BREEAM	LEED	DGNB	Green Star
Категории оценки объекта			
Управление; Здоровье и социальное благополучие; Энергетика; Транспорт; Водообеспечение;	Местоположение и транспорт; Устойчивые участки; Эффективность использования	Качество окружающей среды; Экономическая эффективность; Социально-культурные качества и	Менеджмент; Качество внутренней среды; Энергия; Транспорт; Вода; Материалы;

Материалы; Эффективное управление застраиваемых территорий и экология; Борьба с загрязнением окружающей среды	Энергоэффект и-вность и атмосфера; Материалы и ресурсы; Качество внутренней среды помещений; Инновации в проектирован ии	функционально сть; Техническая оснащённость; Качество процесса; Качество месторасположе ния	Землепользова ние и экология; Выбросы и инновации
Уровни сертификации по стандартам			
Pass - рейтинг 30-44%. Good - рейтинг 45-54%. Very good - рейтинг 55- 69% Excellent - рейтинг 70- 84% Outstanding - рейтинг $\geq 85\%$	40-49 баллов LEED Certified 50-59 баллов LEED Silver 60-79 баллов LEED Gold 80-110 баллов LEED Platinum	Бронза - от 35% Серебро – от 50%, индекс в каждой группе критерий должен быть не менее 35% Золото- от 65 индекс в каждой группе критерий должен быть не менее 50%	10-19 - Одна звезда 20–29 - Две звезды 30–44 - Три звезды 45-59 - Четыре звезды 60-74 - Пять звезд 75+ - Шесть звезд
Разработчик стандарта			
BRE Global	US-GBC	Совет по устойчивому строительству	GBCA
Количество сертифицированных объектов			
Около 715000	Около 12000	Около 200	Около 100

Таким образом, говоря о преимуществах сертификации по «зеленым» стандартам, важно отметить улучшение имиджа и деловой репутации строительной организации, так как «зеленое» строительство только набирает свою популярность. То есть при сертификации здания по «зеленому» стандарту возрастает как имидж организации, так и продажи.

Еще одним преимуществом при сертификации «зеленого» строительства является гарантия того, что объект является

экологическим. Это значит, что для строительства этого объекта применялись такие технологии, которые соответствуют принципам устойчивого экологического развития.

В последнее время все чаще при участии в тендерах учитывается «экологичность» самого здания и стоимость эксплуатации объекта, которая сокращается в несколько раз, если при строительстве применяются «зеленые» технологии [2-6].

Проанализировав данные четырех наиболее популярных стандартов можно сделать вывод, что перспективы развития сертификации «зеленого» строительства достаточно высоки, не только в мире, но и в России. С каждым годом все больше и больше строительных компаний приходят к выводу, что «зеленое» строительство является будущим в развитии строительной отрасли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Виноградова Н.А., Плеханова С.В.* Обеспечение качества при проектировании обогревательных систем в зеленом строительстве// Научно-аналитический журнал «Инновации и Инвестиции» - 2020. № 5. С. 212-216.

2. *Комаров Е.Г., Лозовецкий В.В., Лебедев В.В., Черкина В.М.* Моделирование системы автономной теплофикации при трансформации тепловой энергии, образующейся в серверных станциях// Лесной вестник МГТУ им.Н.Э. Баумана - 2021. Том 25. № 1. С. 130-139.

3. *Костюченко Е.Г.* Методика оценки качества проектных работ в строительстве/ «Строительство- формирование среды жизнедеятельности». Сборник материалов XIX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных - 2016. С. 492-494.

4. *Мухамеджанова О.Г., Кылосова Д.В., Кохреидзе М.В.* Выбор показателей и методов оценки качества многослойной битумной черепицы для ремонта зданий // Промышленный сервис - 2018. № 4 (69). С. 14-18.

5. *Ling V.V., Lisienkova L.N., Deryabin I.P., Baranova E.V., Deryabina A.I.* Automation of the production process of the cluster pumping station: justification for controller selection // Espacios - 2019. Т. 40. № 34. С. б/с

Студентка 3 курса 38 группы ИСА Никитина М.А.

Студент 3 курса 5 группы ИГЭС Власов Е.Ю.

Научный руководитель – стари. преп., канд. техн. наук

Н.С. Шушунова

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СЕРТИФИКАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КРОВЕЛЬНЫХ И СТЕНОВЫХ ПОКРЫТИЙ

В современном строительстве набирает популярность новое направление - озеленение фасадов и кровель зданий с целью улучшения микроклимата плотно заселенных городов, для которого применяются модульные системы на основе эко-пластика. Такие системы могут быть применены для зданий различного функционального назначения. Система модульного озеленения сконструирована таким образом, что основным ее преимуществом становится простота монтажа и использования. Вместе с этим модульная система озеленения оснащена надежной системой полива, что уменьшает затраты при эксплуатации системы. Вес данной системы небольшой, так как применяются модули из эко-пластика (рис.1).

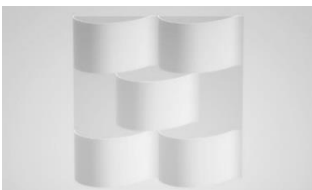


Рис. 1. Модульная система озеленения стен из эко-пластика

Модульная система озеленения может устанавливаться вертикально на фасад здания, при этом оптимально заполнять пространство благодаря тому, что размеры модульных лотков могут варьироваться. Так же система может быть установлена горизонтально по кровле (рис.2).



Рис. 2. Модульная система озеленения кровли здания

В связи с ухудшением экологической обстановки в мире специалисты в области «зеленого» строительства разрабатывают новые материалы, которые могут повысить экологическую безопасность при эксплуатации здания [1-5]. Применяемые в строительстве материалы из эко-пластика проходят строгую систему сертификации во всем мире. Например, эко-пластик, который используется в производстве модулей систем озеленения зданий, имеет немецкий сертификат соответствия экологическим требованиям полимерных материалов (рис.3).



Рис. 3. Сертификат эко-пластика для изделий из полимерных материалов

Модульные системы озеленения имеют ряд аналогов. Они по функциональному признаку одинаковые, различия имеются в системах орошения растений и креплениях системы к фасаду или кровле здания. Модульные системы озеленения удобны при эксплуатации. Растения могут быть выращены заранее в теплицах. Лотки с растениями – небольшие по объему, поэтому транспортировка на кровлю здания не занимает много времени. Излишки воды фильтруются и собираются в специальных чашах, а также конструктивной системой предусмотрена система полива так, что модульный лоток не переполняется водой. При этом вода поступает растениям регулярно, даже когда погода засушливая, таким образом данная система является удобной в обслуживании. Жесткость конструкции системы модульных лотков повышает ветроустойчивость зеленой кровли.

В России, одной из групп компаний, предоставляющий услуги сертификации пластиковой продукции, соответствующей экологическим стандартам, является компания «SERCONS». Их экологический сертификат свидетельствует о том, что в соответствии с законодательными нормативами Российской Федерации, а также международными стандартами, пластиковый материал, использующийся для модульной системы озеленения здания, и изделие из пластика безопасны. Экологический сертификат позволяет повысить конкурентоспособность продукции на рынке, что экономически выгодно. Экологическая маркировка дает продукции шанс выход на международные рынки, преимущество на государственных закупках. Сертификат соответствия экологическим стандартам можно получить в органе сертификации «SERCONS» и других органах, уполномоченных органах, аккредитованных на основании Правил системы экологической сертификации. Процесс сертификации модульных лотков из пластика для озеленения фасада здания начинается с подачи заявки. Далее

производится анализ документации. Затем специалисты принимают решения и происходит подписание договора на проведение процедуры экологической сертификации, в которую входит при необходимости лабораторные испытания образцов продукции. После результатов лабораторных испытаний, если в них есть необходимость, принимается решение о выдаче эко-сертификата.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Теличенко В.И., Слесарев М.Ю., Потапов А.Д., Щербина Е.В.* Экологическая безопасность строительства. М.: Архитектура-С, 2009. 311 с.
2. *Лозовецкий В.В., Лебедев В.В., Черкина В.М.* Моделирование массообменных и теплообменных процессов в системах кондиционирования транспортных средств // *Транспорт: наука, техника, управление* - 2020. № 5. С. 66-72.
3. *Костюченко Е.Г.* Мероприятия, обеспечивающие производственную безопасность в строительной отрасли // «Молодёжные инновации». Сборник материалов семинара молодых учёных XXII Международной научной конференции - 2019. С. 223-227.
4. *Виноградова Н.А., Плеханова С.В.* Обеспечение качества при проектировании обогревательных систем в зеленом строительстве/ *Научно-аналитический журнал «Инновации и Инвестиции»* - 2020. № 5. С. 212-216.
5. *Лисиенкова Л.Н., Комарова Л.Ю.* Обзор современных устройств хранения данных // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки* - 2020. № 7. С. 259-265.
6. *Мухамеджанова О.Г., Тюменев Ю.Я., Харичкова Е.В., Боровкова А.Е.* Методика оценки риска в области охраны труда на примере строительно-ремонтной сервисной организации // *Промышленный сервис* - 2018. № 3. С. 35-40.

СЕКЦИЯ ДЕРЕВЯННЫХ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Студентка 3 курса 6 группы ИГЭС Ромашова Е.И.,

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

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

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО - ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ ПРИ ПЛОСКИХ И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЯХ

Экспериментальное изучение поведения зданий и сооружений при сейсмических воздействиях представляет большой практический интерес [2,3,4,5].

В работе [1] рассмотрен метод экспериментального воспроизведения сейсмического воздействия на здания с помощью системы вибрационных машин, возбуждающих колебания в одном, каком-либо главном направлении. Для изучения возможности применения разработанного метода при пространственных колебаниях проведены экспериментальные исследования взаимовлияния колебаний в двух взаимно-перпендикулярных главных направлениях, то есть исследовалось влияние колебаний в одном направлении на колебательный процесс другого направления здания при одновременном их возбуждении.

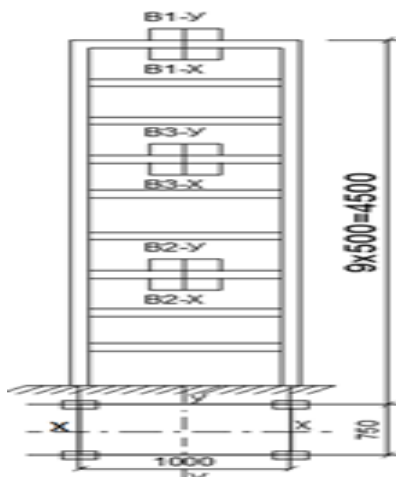


Рис. Схема каркаса модели здания и расположения вибромашин

Эксперименты проводились на модели 9-этажного стального каркаса, который меньше условного оригинала в шесть раз.

Три вибрационные машины (B1-Y, B2-Y, B3-Y) возбуждали колебания в поперечном напряжении Y, другие три (B1-X, B2-X, B3-X) – в продольном направлении X здания (рис.). Каждый из вибраторов возбуждал резонансные колебания по определенной форме.

Наибольший интерес представляют колонны, которые при двухосных пространственных колебаниях работают в условиях косоугольного изгиба, ригели же каркаса здания как при плоских, так и при пространственных колебаниях – в условиях плоского.

Напряженное состояние элементов определялось измерением их относительных линейных деформаций тензорезисторами сопротивления. Измерения проводились в наиболее напряженных волокнах всех четырех колонн каркаса на уровнях перекрытий.

Рассматривались различные сочетания форм колебаний, возбуждаемых в двух взаимно перпендикулярных направлениях при различных силовых параметрах вибромашин. В виду идентичности полученных результатов, мы ограничились приведением лишь некоторых характерных данных, в частности, результатов исследований напряженного состояния колонн для двух случаев:

- при плоских и пространственных колебаниях модели по I форме вдоль обеих главных осей X—X и Y—Y;
- при плоских и пространственных колебаниях модели по I форме вдоль оси Y—Y и по II—вдоль X—X.

Результаты измерений максимальных значений напряжений в угловых точках колонн модели при колебаниях в отдельных и совместно в двух взаимно перпендикулярных направлениях приведены в таблице.

Таблица 1

Колонны	Максимальные напряжения в МПа при колебаниях модели по осям					
	X-X по I форме	Y-Y по I форме	X-X и Y-Y по I-I формам	X-X по II форме	Y-Y по I форме	X-X и Y-Y по II-I формам
1	10,5	4,0	15,0	2,5	4,0	7,0
2	11,0	4,0	15,5	3,5	4,0	7,0
3	12,0	4,0	16,5	3,5	4,0	7,5
4	11,0	4,0	15,0	3,0	4,0	7,0

Как видно из ее данных, максимальные значения напряжений при пространственных колебаниях модели получились равными сумме напряжений плоских колебаний с незначительной разницей (3-7 процентов).

На основе вышеизложенного можно утверждать, что пространственные колебания по сравнению с плоскими существенно меняют напряженное состояние конструкции, что необходимо учитывать при оценке сейсмической надежности зданий и сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Абовян Ав.Г., Абовян Г.А.* О возможности создания сложной динамической нагрузки сейсмического типа при одновременном действии систем вибрационных машин. // Журнал «Бюллетень строительной техники», № 3 (1003), Москва, 2018 г., стр. 36-37.

2. *Абовян Ав.Г., Абовян Ар.Г., Петросян К.К.* Методика экспериментального исследования сейсмостойкости зданий и сооружений. (на арм.яз.) // Бюллетень строителей Армении. № 10-11 (146-147), Ереван, 2009, стр. 5-6.

3. *Абовян Ав.Г., Абовян Ар.Г., Петросян К.К.* Особенности воспроизведения сейсмического воздействия на моделях зданий. // Сборник научных трудов ЕрГУАС «Архитектура, градостроительство, строительство, геодезия». Т. 3, Ереван, 2008, стр. 91-93.

4. *Абовян Ав.Г., Абовян Ар.Г.,* Метод моделирования сейсмического воздействия на здания и сооружения при помощи системы вибромашин. (на арм.яз.). // Сборник научных статей ЕрГУАС. Т. 2 (24), Ереван, 2004, стр. 76-77.

5. *Хачиян Э.А., Абовян Г.А., Абовян А.Г., Аракелян С.Г.* Определение точности моделирования сейсмического воздействия вибромашинами (на арм.яз.) // Межведомственный сборник научно-технических статей профессорско-преподавательского состава, научных работников, аспирантов ЕрАСИ «Строительство», часть 2, Ереван, 1997 г., стр. 27-29.

*Студентка 3 курса 6 группы ИГЭС Евина М.А.,
Студент 2 курса РУТ ИПСС СЖД-213 Абовян Г.А.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. А.Г. Абовян*

СПОСОБЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Моделирование сейсмического воздействия осуществляется с помощью сейсмоплатформ, сейсмозрывного воздействия или вибромашин [1,2,3,4,5].

Сейсмоплатформы используют для определения динамических характеристик конструкций, исследования несущей способности как сооружения в целом, так и его отдельных элементов.

В зависимости от способов управления колебательными движениями различают сейсмоплатформы с программным и беспрограммным управлениями. Благодаря простоте конструктивного решения более широкое применение получили сейсмоплатформы беспрограммного управления. Эти платформы позволяют возбуждать стационарные гармонические колебания с заданной частотой и амплитудой, нестационарные колебания с плавным изменением частоты и амплитуды, а также свободные затухающие колебания.

Для воспроизведения сейсмопрограммы землетрясения применяются сейсмоплатформы программного управления. Преимущество этих платформ в отношении моделирования сейсмической нагрузки бесспорно, так как они позволяют с высокой степенью точности имитировать колебания грунта, при конкретном землетрясении. Однако, в виду сложности конструктивного решения и большой стоимости сейсмоплатформы программного управления нашли ограниченное применение. Здесь же следует отметить, что основным, общим недостатком сейсмоплатформ как программного, так и беспрограммного управления является то, что они практически не пригодны для испытания натуральных зданий и сооружений. К недостаткам сейсмоплатформ относится также значительная инерционность системы, что затрудняет возможность получения высоких частот, которые необходимы при испытании моделей.

Для испытания натуральных зданий и сооружений в отдельных случаях и используется сейсмозрывное воздействие, которое по своему характеру сравнительно близко соответствует сейсмическому, однако при моделировании его параметры трудно регулировать. При мгновенном взрыве воздействие взрывной волны на сооружение существенно отличается от реального сейсмического воздействия характером спектров смещений, скоростей, ускорений и меньшей

продолжительностью колебания грунта. Вследствие этого мгновенный взрыв оказывает на сооружение более жесткое воздействие, чем реальное землетрясение, что может качественно изменить картину его действительной работы. Экспериментальные исследования сейсмостойкости зданий в натуре и на моделях в настоящее время все чаще проводятся вибрационным методом. Сущность метода заключается в том, что вибрационная машина направленного действия либо крепится к покрытию зданий, либо располагается на грунте рядом со зданием и в последнем возбуждаются вынужденные гармонические колебания. Плавно меняя частоту возмущающей силы, здание вводится в резонансный режим по различным формам колебаний и определяются динамические характеристики и напряженно-деформированное состояние зданий. Резонансный режим колебания позволяет при сравнительно небольших мощностях вибрационных машин возбуждать в испытуемых зданиях или сооружениях значительные усилия.

В зависимости от направления вращения и взаимного расположения эксцентров возникают горизонтальные, вертикальные или наклонные пульсирующие силы, изменяющиеся по гармоническому закону:

$$F = mr\theta^2 \sin \theta t,$$

где m – общая масса эксцентров; r – радиус эксцентриситета; θ – круговая частота, равная $2\pi \frac{n}{60}$; n – число оборотов эксцентров в минуту.

При заданной частоте колебания величину возмущающей силы можно регулировать ступенчатым изменением кинематического момента при помощи съемных наборов грузов-эксцентров. Преимущество вибрационного метода заключается в возможности сравнительно быстро и просто, с небольшими затратами проводить испытания как натуральных зданий и сооружений, так и их моделей. Применение этого метода позволяет получать легко регулируемые вынужденные колебания. Основная цель проведенных вибрационных испытаний, заключалась в определении частот и форм собственных колебаний, величин затухания зданий. Применение мощных вибрационных машин позволило исследовать колебания зданий при значительных уровнях напряжений и оценить сейсмостойкость конструкции на основе сравнения разрушающей величины инерционных сил с расчетными значениями. Наряду с этим отметим, что хотя общий характер изменения нагрузки, периоды циклов, продолжительность и другие компоненты сейсмического процесса близки к соответствующим компонентам вибрационного процесса, тем не менее инерционная нагрузка, создаваемая вибрационными машинами, отличается от сейсмической. Основное отличие вибрационного воздействия на

сооружение от сейсмического состоит в его одночастности и гармоничности. Проведенный анализ сейсмических сил показывает, что сейсмические воздействия характеризуются наложением нескольких гармоник с различными частотами и амплитудами. Поэтому применение одной вибрационной машины может дать достоверные результаты при испытании таких сооружений, в которых при землетрясении возбуждаются колебания по одной форме. Таким образом, вибрационный метод испытаний, наряду со своими преимуществами по сравнению с другими методами моделирования сейсмического воздействия, не позволяет изучить поведение испытуемого объекта при сложном напряженно-деформированном состоянии, имеющим место при землетрясении.

На основании приведенного анализа основных способов воспроизведения сейсмического воздействия на здания и сооружения при помощи сейсмоплатформ, направленного мощного подземного взрыва или вибрационных машин можно отметить, что наиболее простым и приемлемым является последний способ. Однако для создания сложной динамической нагрузки, наиболее близко соответствующей к реальным сейсмическим воздействиям необходимо получить более достоверные эквиваленты для перехода от сейсмической нагрузки к вибрационной.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Абовян А.Г., Абовян Г.А.* Напряженно-деформированные состояния модулей под действием динамической нагрузки // Ж. «БСТ Бюллетень строительной техники», Москва, 2020, №1 (1025). 58-59 с.
2. *Абовян Ав.Г., Абовян Ар.Г.* Исследование работы тонкостенных плит под воздействием динамических нагрузок. // Сб. науч. ст., Ереван, 2004, Ер.ГУАС, т.П(25). 50-51 с.
3. *Медведев С.И.* Инженерная сейсмология. М.: Госстройиздат, 1962;
4. *Айзенберг Я.М.* Виброплатформа для исследования сейсмостойкости сооружений // Промышленное строительство, 1973, №3.
5. *Акишин А.А., Негматуллаев С.Х.* Исследование сейсмозрывного воздействия для испытаний зданий и сооружений на сейсмостойкость // Реф. Информ. Сейсмическое строительство. С.14, вып. II, 1977. 38-43 с.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В современной строительной отрасли наметилась тенденция на сокращение материальных затрат при реставрации и капитальном ремонте зданий. Учитывая в большинстве случаев слабую культуру производства эксплуатационно-ремонтных работ, строительной отрасли требовался совершенно новый, более легкий по сравнению с классическими видами ремонтных работ подход. При простоте осуществления, он должен был также отвечать требованию равной стоимости или экономии по сравнению с применением металлоконструкций или железобетонных обоек, при этом также необходимым являлась возможность проводить монтаж без прекращения рабочих процессов внутри сооружения, не создавая больших дополнительных нагрузок от собственного веса материала усиления.

Одним из решений этой задачи, важной для ориентированной на бизнес строительной отрасли, стало применение метода усиления конструкций путем монтажа карбоновых сетчатых лент или ламинатов на клеевые составы [1,2,3,4,5].

Инновационный материал позволил отойти от сложных операций в монтаже рубашек при устройстве усиления железобетонных конструкций, отказаться от утяжеления металлоконструкций при усилении сечения новым металлом, так, для сравнения удельная прочность (коэффициент конструктивного качества) углепластика марки ВТкУ-2.200 саржевого плетения ФГУП "ВИАМ" составляет 472 МПа с пределом прочности на растяжение вдоль волокон 750 МПа, тогда как для распространенной арматурной низколегированной стали 35ГС удельная прочность составляет 75 МПа с предельным напряжением 590 МПа, а для конструкционной хромокремнемарганцевой стали 25ХГСА удельная прочность составляет 137 МПа с пределом прочности 1080 МПа, что говорит об эффективности углепластика в 3,4 раза сравнивая по удельной прочности с конструкционной сталью. Углеродное (на основе ПАН-прекурсора) высокопрочное волокно UMATEX со стандартным модулем имеет прочность на растяжение 3500 МПа и удельную прочность 2000 МПа, что сильно превосходит показатели марок легированных сталей.

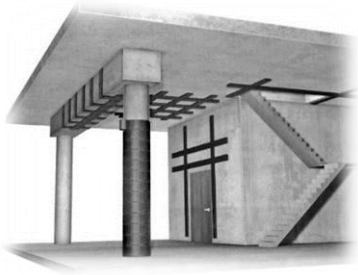


Рис.1 Усиление углепластиком

Также положительным фактором применения является простота производства монтажа, осуществляемая всего двумя способами. Бригада из 4 рабочих за 8-и часовую смену может покрыть 10 м² конструкции внешним армированием. В этот период нормальное функционирование усиливаемых сооружений не прекращается. При усилении балок рабочим требуется раскроить из углеткани

непосредственно две составляющие – жгут усиления и поддерживающие его хомуты. Оклейка тканью происходит на двухкомпонентную эпоксидную смолу. Время жизни смеси достигает от 3 до 6 часов при температуре 20 °С. Смола является грунтовочным, а также защитным слоем. Так как при застывании компаунда образуется гладкая глянцевая пленка, слой рекомендуется обсыпать мелкозернистым песком для дальнейшего покрытия защитно-декоративным составом или штукатуркой. В зависимости от марки смолы будет варьироваться прочность на растяжение, адгезивная способность подготовленного холста. Во всех случаях, для качественного исполнения, поверхность усиливаемой конструкции сооружения должна быть подготовлена путем шлифовки и удаления сколотых и потерявших свою несущую способность частей, обеспыливания, не допускается проводить оклейку на поверхность, не соответствующую рекомендуемой влажности, обязательно условие соблюдения температурного режима проводимых работ.

Эксперименты, проведенные ВНИИЖТ, совместно с УРГУПС и ООО Свердловскмостострой по заказу холдинговой компании Композит на тавровых железобетонных балках мостовых сооружений пролётами 16 и 20 м, показали, что применение углекомпонитных сеток или в других случаях ламелей позволяет увеличить несущую способность железобетонной балки на 60-75% по сравнению с неусиленной, для железобетонных колонн (Рис.) усиленными углеродными холстами несущая способность увеличивается на 60%. Данные говорят о высоком потенциале инновационного материала при устройстве усиления большепролетных сооружений.

Российский опыт применения технологии отразился в СП 164.1325800.2014 “Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования”. Свод правил

был подготовлен объединенным коллективом НИИЖБ им. А.А.Гвоздева - института ОАО НИЦ Строительство, ЗАО ХК Композит, при участии ОАО Роснано.

Развитие технологии продолжается – происходит модифицирование пространственной структуры карбоновых волокон, методов плетения холстов, идет непрерывный поиск материала с большей прочностью на разрыв, проводятся работы по созданию современных компаундов.

Подводя итоги, стоит отметить возможность дальнейшего использования карбоновых волокон в мостостроении, реставрации старинных сооружений, ремонте многоэтажных гражданских зданий, так как данный материал за счет своей высокой удельной прочности не утяжеляет конструкцию, что позволяет отказаться от производства внеплановых обследований фундаментов сооружений и ремонтов. Расширился и спектр применения материала

С внедрением современных технологий плетения и создания ламинатов, удешевления производства углепластика также будет возможен постепенный отказ от классических способов усиления конструкций, простой монтаж позволит привлекать низкоквалифицированных рабочих, что положительно отразится на стоимости работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Клюев А.В.* Усиление изгибаемых конструкций композитами на основе углеволокна // Вестник БГТУ им. Шухова. 2011. №3.
2. *Овчинников И.Г., Валиев Ш.Н., Овчинников И.И., Зиновьев В.С., Умиров А.Д.* Вопросы усиления железобетонных конструкций композитами: 1. Экспериментальные исследования особенностей усиления композитами изгибаемых железобетонных конструкций // Вестник евразийской науки. 2012. №4 (13).
3. *Овчинников И.Г., Валиев Ш.Н., Овчинников И.И., Зиновьев В.С., Умиров А.Д.* Вопросы усиления железобетонных конструкций композитами: 2. Натурные исследования усиления железобетонных конструкций композитами, возникающие проблемы и пути их решения // Вестник евразийской науки. 2012. №4 (13).
4. СП 427.1325800.2018 Каменные и армокаменные конструкции. Методы усиления.
5. СП 164.1325800.2014 Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования.

ХАРАКТЕРИСТИКИ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ КАРКАСОВ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ.

В строительстве жилых, общественных и административных зданий в настоящее время наблюдается тенденция повышения этажности, которая, с одной стороны, обусловлена высоким ростом населения современных городов, с другой стороны, необходимостью сокращения территории и путей сообщения крупных городов. Массовое строительство многоэтажных зданий (20-40 и более этажей) формирует также архитектурные ансамбли крупных городов.

Для определения этажности здания, необходимо определить населенность данного города и его административное значение для него.

Для возведения многоэтажных зданий в первую очередь производится технико-экономический анализ для материала каркаса, который будет использован в ходе строительства. Материалы могут быть как стальные, так и железобетонные. Применяются также смешанные каркасы. При увеличении этажности здания, увеличивается целесообразность применения каркаса из стали, так как у такого каркаса значительно выше прочность. Преимущество стальных каркасов в том, что можно уменьшить площадь сечения колонн, благодаря чему увеличивается и полезная площадь здания.

Технико-экономические показатели многоэтажных зданий, в основном, зависят от конструктивной схемы каркаса, выбор которого одна из важнейших задач проектирования.

Одним из типов конструктивных решений каркасов является внешний каркас с безраскосной решеткой. Их горизонтальная жесткость определяться частым расположением колонн и их жесткими соединениями с мощными ригелями. Достаточно большие размеры сечений элементов, воспринимающих значительные изгибающие моменты, повышают материалоемкость каркасов с безраскосной решеткой. Примером такой конструктивной системы являются несущие каркасы 110 –ти этажных башен-близнецов Международного торгового центра, построенные в Нью-Йорке в 1973 году. Высота северной башни – 417 метров, высота южной – 415 (рис.1).



Рис.1. МТЦ



Рис.2. Бурдж-Халифа

На сегодняшний день три самых высоких здания в мире являются:

Бурдж-Халифа построен в г. Дубай в 2010 г. Высота самого высокого здания в мире составляет 828 метров при 163 этажа Проект небоскреба был создан американским архитектором Эдрианом Смитом. Форма уступчатого здания напоминает сталагмит (Рис.2). Внутри небоскреба размещены отель, около 900 квартир, торговые центры и офисы, так же в нем расположено 57 лифтов.

На втором месте Шанхайская башня в Китае, она составляет 632 метра в высоту, а общая площадь – 3880 тыс. кв. м (рис.3). Решение о строительстве этой башни было принято в 1993 году. Проект небоскреба был создан китайским архитектором Чжун Ся совместно с американской фирмой «Gensler». Перед строительством башни, произвелась проверка на влияние башни на окружающую среду. Для того, чтобы укрепить грунт, было забито 980 свай на глубину 86 м и залит бетон, объем которого составлял 61000 м³ толщиной 6 м. Открытие башни планировалось на ноябрь 2014 года, но состоялось в феврале 2015. Стоимость возведения такого здания оценили в 2,4 миллиардов долларов.

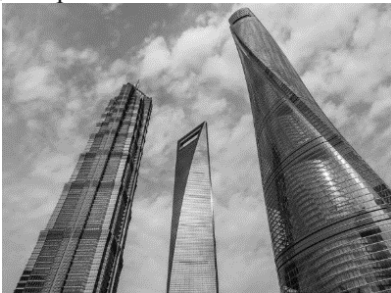


Рис.3. Шанхайская башня



Рис.4. Королевская часовая башня

На третьем месте Королевская часовая башня «Абрадж аль-Бейт» в Саудовской Аравии, в высоту она составляет 601 метр (рис.4)., а площадь

её 1,5 миллиона м². Здание размещает в себе парковку, предназначенную для более 800 машин, квартиры для постоянных жителей города, вертолетные площадки и отель для туристов. На вершине самой высокой части башни расположены гигантские часы, которые видны с любой части города и считаются самыми высокорасположенными часами в мире (более чем на 400 м выше уровня земли) и самыми большими (их диаметр 43 м). Часы расположены по 4 сторонам света. Название этому зданию дали в честь разных людей, мест и терминов из исламской истории.

В настоящее время можно констатировать, что в крупных городах многоэтажные здания составляют по строительному объему около 30-50% всех зданий, а через 15-20 лет их удельный вес возрастет до 80-90%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *В.В. Горев*. Металлические конструкции. В 3 томах. Т.1. Элементы стальных конструкций. 2004.
2. *Кудишин Ю.И., Беленя Е.И.* Металлические конструкции. 2006.
3. *Ледяйкин А. С., Уткина В. Н.* Развитие высотного здания в России. // Статья журнал Огарёв-Online. 2018.
4. *Ледяйкин А. С., Уткина В. Н.* Обзор зарубежного опыта проектирования высотных зданий. // Статья журнал Огарёв-Online. 2017.
5. *Козлов М. В., Безбородов Е. Л.* Конструктивные схемы высотных зданий. // Статья журнал Вестник МГСУ. 2011.
6. *Жуков А. Н., Булавенко В. О., Саидов Д. Х.* Проблемы и перспективы развития металлических конструкций в промышленных зданиях. // Статья журнал Молодой ученый № 3. 2011.
7. *Лапина О. А.* Возведение высотных зданий // Статья журнал Инженерный вестник Дона.. 2012.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ НОРМАТИВНОЙ ВЕЛИЧИНЫ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 50 ЛЕТ

До 1980-х г. величина модуля упругости древесины E для несущих деревянных конструкций была единой, полученной из результатов кратковременных испытаний малых образцов. За расчётную величину приняли $E_0 = 10000$ МПа по среднему результату многочисленных стандартных испытаний. Данное значение применялось для конструкций, защищенных от нагрева, и находящихся только под действием постоянных и временных нагрузок. Для остальных конструкций, находящихся в различных условиях эксплуатации, модуль упругости определялся умножением вышеприведенного значения E на коэффициент условий работы. Что же касалось расчета на устойчивость, то здесь использовался безразмерный параметр в виде отношения кратковременного модуля упругости к временному сопротивлению сжатию.

С 1980-го г. величину $E_0 = 10000$ МПа оставили только для расчётов по прогибам. Для различных условий работы величина модуля упругости определялась умножением значений E_0 на различные коэффициенты. Для расчётов на прочность по деформированной схеме и на устойчивость была введена вторая величина:

$$E^I = 300R_c,$$

где R_c — расчётное сопротивление сжатию.

В нормах, выпущенных в 2011-ом году [4], значение модуля упругости древесины вдоль волокон для расчета на прогиб оставили неизменным $E^I_0 = 10\ 000$ МПа. Для расчетов по деформированной схеме модуль упругости $E^I_0 = 7500$ МПа. Данное значение получается определением произведением E^I_0 на коэффициент $m_{дс} = 0,75$. В расчетах элементов на устойчивость модуль упругости определялся тем же отношением, что и в нормах 80-го года [3]. Все эти величины не учитывали изменчивость свойств древесины внутри одной породы.

В актуальных нормах 2017-го года [5] были введены такие понятия, как «средний модуль упругости» ($E_{ср}$) и «нормативный модуль упругости» (E_n). В данных величинах модулей упругости были отражены изменчивость характеристик древесины как по сортам, так и по классу прочности при автоматизированной сортировке пиломатериала. Расчётные величины древесины определяется по формулам:

$$E^I = E_n * m_{дл.Е} * \Pi m_i ,$$

$$E^{\text{II}} = E_{\text{ср}} * m_{\text{дл.Е}} * \text{П}m_i ,$$

где E_n — нормативный модуль упругости;

$E_{\text{ср}}$ — средний модуль упругости;

$m_{\text{дл.Е}}$ — коэффициент длительности для упругих характеристик, для режима нагружения Б (таблица 4) принимают равным 0,75, для режима нагружения В - 0,9, для остальных режимов нагружения - 1;

$\text{П}m_i$ — произведение коэффициентов условий работы.

Данные значения используются для расчета по деформированной схеме (E^{I}) и на прогиб (E^{II}). Для расчета на устойчивость модуль упругости определяется величиной:

$$E^{\text{I}} = 300R_c,$$

где R_c — нормативное сопротивление сжатию.

На примере пиломатериала 2-го сорта (С24 по классификации норм 2017-го года [5]) видно, как изменяется величина модуля упругости в течении 50 лет. При этом все коэффициенты условий работы условно принимались равным единицы.

До 1980-го: $E_0=10000\text{МПа}$;

С 1980-го до 2011-го:

— при расчете на прогиб: $E^{\text{I}}_0=10000\text{МПа}$;

— при расчете по деформированной схеме и на устойчивость: $E^{\text{II}}_0=3900\text{МПа}$;

С 2011-го до 2017-го:

— при расчете на прогиб: $E^{\text{I}}_0=10000\text{МПа}$;

— при расчете по деформированной схеме: $E^{\text{II}}_0=7500\text{МПа}$;

— при расчете на устойчивость $E^{\text{II}}_0=13*300=3900\text{МПа}$;

С 2017-го:

Для режима нагружения В:

— при расчете на прогиб: $E^{\text{I}}_0=11000*0.9=9900\text{МПа}$;

— при расчете по деформированной схеме: $E^{\text{II}}_0=7400*0.9=6660\text{МПа}$;

Для режима нагружения Б:

— при расчете на прогиб: $E^{\text{I}}_0=11000*0.75=8250\text{МПа}$;

— при расчете по деформированной схеме:

$E^{\text{II}}_0=7400*0.75=5550\text{МПа}$;

Для остальных режимов нагружений:

— при расчете на прогиб: $E^{\text{I}}_0=11000*1=11000\text{МПа}$;

— при расчете по деформированной схеме: $E^{\text{II}}_0=7400*1=7400\text{МПа}$;

Для всех режимов нагружения:

— при расчете на устойчивость $E^{\text{II}}_0=21*300=6300\text{МПа}$;

Величины модуля упругости в нормах разных лет показывают большой «размах», что говорит о недостоверности этих данных. Это объясняется тем, что в прошлые годы внедрялись типовые деревянные

статически определяемые конструкции, при расчёте на прочность которых, значение модуля упругости не требуется. Данное допущение привело к тому, что исследованиям по определению модуля упругости не предавалось должного значения, следовательно, необходимо проводить экспериментальные исследования в этом направлении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Арленинов Д.К.* О новом нормативном значении модуля упругости древесины. // Журнал «Промышленное и гражданское строительство» 2013г. №3 стр.19-20
2. СП 64.13330.2017 Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80 (с Изменениями N 1, 2).
3. СП 64.13330.2011 Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80 (с Изменением N 1).
4. СНиП II-25-80. Деревянные конструкции.
5. СНиП II-V.4-71* Деревянные конструкции. Нормы проектирования.

КУПОЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ – НОВОЕ РАСКРЫТИЕ ПОТЕНЦИАЛА ДРЕВЕСИНЫ

На сегодняшний день архитекторы стремятся к созданию плавных форм конструкций, передающих природные изгибы волн, гор, ветвей деревьев и т.д. Современные технологии деревообработки создают возможность формирования сложных пространств и объёмов. Пространственные конструкции на основе древесины популярны благодаря лёгкому весу, меньшему расходу материалов, жесткости, надёжной связи элементов, и поэтому более эффективны по сравнению с плоскостными. Принято считать, что именно купол – естественная, природная форма с многовековой историей, поэтому кружально-сетчатые своды и купола отличаются архитектурной выразительностью.

Как известно, по конструктивным особенностям купола подразделяются на ребристые, ребристо-кольцевые, сетчатые, ребристо-сетчатые, тонкостенные своды-оболочки; по форме поверхности вращения — сферические, эллипсоидные, конические. Кроме того, существует два основных типа купольных конструкций: геодезический и стратодезический. Первый разделен на секции-треугольники, из которых и собирается многогранник. Особенность данной технологии в том, что в одной точке сходится большое количество элементов. Для обеспечения их надёжной фиксации используются коннекторы. Стратодезический купол монтируется из секций трапециевидальной формы. То есть его фрагменты больше похожи на прямоугольники или квадраты, а вертикальные детали каркаса соединяются при помощи замков специальной формы.

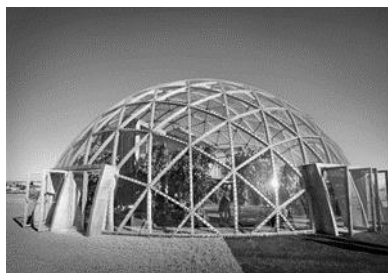
Вышесказанное о купольных конструкциях нашло своё отражение в деятельности международной строительной компании Alrbaa, по новому раскрывающей потенциал древесины как конструкционного материала. Одним из наиболее впечатляющих объектов является павильон «Peoples Meeting Dome» для встречи народов в Борнхольме (Дания). Архитекторы Кристофер Тейлгаард и Бенни Джепсен предложили форму геодезического купола. Его каркас высотой 8 м монтируется из секторов-тетраэдров, состоящих из точно подобранных по размеру деревянных ребер, которые соединялись стальными коннекторами. Чтобы защитить здание от сильных порывов ветра, в основании было заложено 18 тонн стальных пластин. Весь проект

выполнен из балок и фанеры из вторично переработанной местной сосны. Сами архитекторы называют объект «разблокированной формой», и эта форма дала структуру с ориентированными друг на друга многогранными выступами-нишами. В центральной нише расположилась сцена, площадка для зрителей, в остальных нишах разместились кухня и столовая зона.

В качестве примера стратодезического купола компания Alpbau представила конструкцию «Квадросфера Луна». Сферическую форму образуют 10 гнукклееных балок, соединяющихся в вершине высокопрочным металлическим кольцом. Купол покрыт ПВХ мембраной цвета металлик. Продолжительный срок службы достигается за счёт применения клеёных деревянных конструкций и коннекторов из нержавеющей стали.



а



б



в



г

Рис. 1. Купольные конструкции компании Alpbau:

а) «Peoples Meeting Dome» в Борнхольме; б) «Dome of Visions» в Копенгагене; в) «Alpbau Luna» в Московской области; г) «Plywood Dome» в Роскилле.

Купольные конструкции из древесины позволяют создать собственный микроклимат в пространстве. Таким пространством – оболочкой, стал купол «Dome of Visions» (Орхус, Дания). Купольный каркас изготовлен из LVL-бруса, который обладает геометрической

стабильностью и позволяет добиваться прочности и равномерного распределения нагрузки по всей поверхности конструкции. В качестве покрытия оболочки использованы листы поликарбоната с ЧПУ, скроенные по стандартным размерам для минимизации потерь материала. В центре купола располагается двухэтажный деревянный комплекс с студией, террасой и конференц-залом, а вокруг смешанный сад субтропических растений.

Фанерный купол «Plywood Dome» построен для музыкальных фестивалей. Он состоит из пяти- и шестиугольных сборных фанерных модулей - листов, скрепленных большим количеством шурупов. Для наружных проёмов предусмотрены рамы, позволяющие покрыть купол специальными прозрачными водонепроницаемыми мембранами.

Таким образом, потенциал дерева раскрывается благодаря применению новых технологий индустриального деревянного строительства, открывающих потенциальные возможности клееной древесины. Купольные конструкции, в свою очередь, становятся популярными не только в качестве площадок проведения досуга, но и в домостроении, ведь они имеют ряд преимуществ: высокую технологичность, прочность, устойчивость, энергоэффективность, экономичность, комфорт и эстетику.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бойтемиров Ф.А.*, Конструкции из дерева и пластмасс: учебник для студ. учреждений высш. проф. Образования // Ф.А. Бойтемиров. - М.: Издательский центр «Академия», 2013. - 288 с.
2. *Бойтемирова И.Н., Лернер М.И., Дворядкина Я.В.*, Уникальные деревянные здания и сооружения. // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции 31 марта 2016. Часть 4.
3. *Качалко Ф.* Купольное домостроение. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://zen.yandex.ru>
4. *Изготовление деревянных конструкций.* – строительная компания *Alpbau*. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://alpbau.com>.
5. *К.Г. Гетц, Д. Хоор, К. Мелер, Ю. Хаттерер; пер. с нем. Под ред. В.В. Ермолова* // Атлас деревянных конструкций/. –М.: Стройиздат, 1985. 272 с., ил.

Студентка 4 курса 16 группы ИСА Родионова Ю.Г.

Студентка 4 курса 16 группы ИСА Генаева И.А.

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

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ОБЪЕКТЫ ИЗ КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

В строительстве клееные деревянные конструкции получили широкое распространение, прежде всего, благодаря своим высоким прочностным характеристикам и сравнительно невысокими затратами при монтаже. Клееные деревянные конструкции благодаря существующей технологии изготовления исключают влияние пороков древесины, а так же повышают стойкость к загниванию, обеспечивают повышенный предел огнестойкости конструкции. Помимо этих особенностей, клееная древесина сочетает декоративные и пластические свойства, что предоставляет проектировщикам возможность создавать различные архитектурные формы для зданий жилого и нежилого назначения и различных сооружений.

Стоит обратить внимание на жилой дом "Murray Grove", находящийся в Лондоне – это первый объект строительства, который из 5-тислойных клееных элементов. Все архитектурные и конструктивные решения этого здания - полностью из древесного материала. Благодаря технологиям изготовления, несущая способность 5-слойных клееных панелей, уложенных взаимно перпендикулярно и соединенных под высоким давлением, сопоставима по своим характеристикам с промышленными железобетонными панельными элементами.

В 2017 году было построено 18-этажное общежитие Brock Commons для студентов университета Ванкувера - здание прямоугольной формы с железобетонными осями и перекрытиями из CLT-панелей. Было решено разработать проект с гибридными конструкциями. Из бетона выполнены фундамент, цоколь и несущие башни, которые предназначены для обеспечения боковой устойчивости. Каркасные элементы - клееные брус, для колонн – клееные балки с узлами быстрого соединения. Из металла и древокомпозитов выполнены обшивка и оконные блоки, для крыши использовали металлические элементы. Готовая конструкция надежно распределяет и выдерживает нагрузку по вертикали от всех этажей. Для утверждения проекта общежития властям пришлось вносить поправки в законодательство канадской провинции Британская Колумбия.



Рис.1. Жилые здания из клееной древесины:

а) *Murray Grove* в Великобритании;

б) *Brock Commons* в Канаде.

В мае 2019 года закончилось строительство многофункционального жилого комплекса *Mjøstårnet* («Мьёсторнет») в Норвегии. Его высота составляет 85,4 м, что является настоящим рекордом в строительстве объектов из дерева. В постройке объекта инженеры задействовали крупногабаритный клееный брус.



Рис.2. *Mjøstårnet* в Норвегии

Из него выполнены несущие колонны, балки, раскосы. Центральное ядро, включающее в себя шахту лифта, лестницы и перекрытия между этажами исполнено из поперечно-клееной древесины (CLT). Бетон так же использовался в строительстве. Возведение комплекса велось блоками. Сперва на территории

строительной площадки собирались 4 этажа, а после устанавливались краном в проектное положение. Строительство всей конструкции заняло полтора года.

Клееная древесина применяется не только в строительстве крупных комплексов и зданий, но и в таком необычном месте как остановка. В 2013 году канадское бюро "Public Architecture and Communications" разработало новый интересный проект остановки, которая будет вписываться в окружающую среду. Ее общая площадь составляет 120 кв.м. Решение несет в себе идею теоретического выражения дерева: тонкие металлические опоры уходят вверх к ячеистой «кроне». Навес выполнен из клееных деревянных конструкций в виде пятиугольных элементов неправильной формы.



Рис.2. Остановка из клееной древесины в Канаде

Сверху и с боков он закрыт тонированным стеклом, что защищает конструкцию от воздействия солнца, дождя и снега. К слову, такое решение покрытия дает интересные зрительные эффекты, которые формируют неподражаемый вид небольшой конструкции. С течением времени такую идею подхватили и другие архитекторы. По всему миру постепенно начали появляться новые интересные решения остановок, чаще это сочетание дерева и стекла.1.

В наше время архитектура должна быть проводником между людьми и природой. По мнению специалистов, CLT-блоки должны стать основным строительным материалом этого века. В отличие от уже привычных для сооружений материалов, которые использовались при возведении почти всех зданий и сооружений в XX столетии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Агеева Е.Ю., Кулагина Т.О.* Архитектурно-конструктивные особенности общественных зданий с деревянными конструкциями // Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (Нижегород). 2020. №1. С. 83.
2. *Буцук И.Н. Музыченко Л.Н., Мельникова И.Г.* Применение клееной древесины в современном строительстве // Ф.А. Бойтемиров. - М. : Издательский центр «Академия», 2013. - 288 с.
3. *Бойтемиров Ф.А., Билонда Трегубова Елен.* Преимущества использования клееной древесины в высотных зданиях на основе проведенного исследования. // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции 31.10. 2020. Часть 1.
4. *Буцук И.Н. Музыченко Л.Н., Мельникова И.Г.* Применение клееной древесины в современном строительстве // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2016. №1. С. 148.
5. СП 64.13330.2017 Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80 (с Изменениями N 1, 2.

*Студент 4 курса 14 группы ИСА Мацкевич М.Д.,
Студентка 4 курса 16 группы ИСА Рассадникова А.А.
Научный руководитель – доц. канд. техн. наук., доц. Ф.А. Бойтемиров*

ИННОВАЦИОННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В последнее время многие страны сконцентрированы на проблеме, связанной с экологией и защитой окружающей среды от загрязнения. В решении данной проблемы большие перспективы принадлежит древесине - экологически чистому строительному материалу. Его, в качестве строительного материала, человечество стало использовать в числе первых. Дерево положительно влияет как на эмоциональное, так и на физическое состояние человека, именно поэтому люди стараются строить свои собственные дома и коттеджи из него. Однако, он используется не только для малоэтажного строительства. Этот натуральный материал нашел применение и для строительства уникальных сооружений. В данной статье приводятся некоторые примеры уникальных объектов из разных стран мира и их конструктивные особенности. Область применения, как и архитектурные решения данных сооружений отличаются большим разнообразием.

Музей современного искусства в Аспене, штат Колорадо был основан в 1979 году. В 2007 году руководство музея пригласило японского архитектора Шигеру Бан, чтобы расширить территорию здания. Он использовал оригинальный архитектурный прием в виде плетеного (резного) фасада здания, создающего впечатление более «открытого» снаружи.

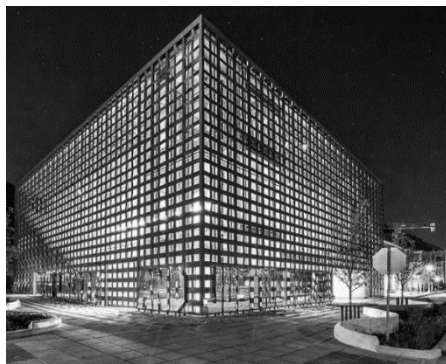


Рис. 1 Музей искусств Аспена

Это здание, имеющее форму куба с площадью 3065 м², представляет собой трехэтажное стеклянное сооружение с треугольной деревянной крышей. Плетеный каркас высотой 14 м со стороны двух фасадов выполнен в виде композита из смеси бумаги, древесины и смолы. Внутри располагаются более традиционные, нейтральные пространства для экспозиции произведений искусства.

При создании ограждающих конструкций данного объекта использовались шпонированные панели Prodema. Это уникальный отделочный материал, сочетающий в себе преимущества натурального дерева и инновационный подход к внешней и внутренней облицовке.

На территории Европейского центра ядерных исследований (CERN) есть одно выдающееся сооружение – деревянный музей науки. Это куполообразное здание было открыто в CERN в 2004 году (рис. 2) в качестве музея современных технологий, а также площадки для демонстрации последних достижений и результатов исследований ученых. Несущие конструкции и внешняя отделка этого сооружения выполнены из древесины, что является весьма экологичным решением и добавляет музею необычный внешний вид.



Рис. 2 Музей «Глобус науки и инноваций» в Швейцарии

Высота данного сооружения равна 27 м, диаметр 40 м.

Стены глобуса собраны из 18 деревянных арок кругового очертания. Здание имеет и деревянный внешний фасад, защищающий его от солнца и пыли. Между стеной и внешним фасадом располагаются ramпы, по спиральям которых посетители поднимаются на верхний этаж.

Представляет интерес тот факт, что за время своей службы он должен поглотить около 2500 тонн углекислого газа и обогатить воздух 1825 тоннами кислорода за счет использования в отделке таких материалов, как обыкновенная сосна, дугласовая пихта, американский клен, ель и лиственница. Древесину органично дополняет умное стекло, степень прозрачности которого можно регулировать. Эта технология позволяет в любое время суток проводить мультимедийные показы.

Уникальный мост через реку Ингури расположен в грузинском городке Анаклия (рис. 3). Он выполнен по проекту немецкого архитектора Питера Вальца и является одним из протяженных мостов в мире.

Деревянный многопролетный вантовый мост Анаклия-Ганмухури имеет длину 506 метров и ширину 9 метров. Несущие конструкции моста выполнены из клееной древесины (LVL-панелей и бруса клееного шпона), бетона и стали. Основные и вспомогательные опоры моста возведены из бетона. Несущие пролетные конструкции выполнены в

виде решетчатых ферм треугольного поперечного сечения из LVL-древесины, покрытые деревянным мостовым настилом. Несущая способность ферм обеспечена, в том числе и за счет вспомогательных элементов жесткости в виде пешеходных настилов из LVL – панелей. В зоне длинных пролетов нагрузку принимает на себя вантовая система. В результате мост представляет собой совмещение несущих конструкций разного типа – вантовой и балочно-ферменной.

Его задумывали как строение из бетона и металла. Но по экономическим и экологическим соображениям, для пролетного строения была выбрана древесина. Это позволило сэкономить на доставке и монтаже конструкций.

Древесина как конструкционный материал прекрасно сочетается с различными строительными материалами, органично дополняя их, повышая эстетическое восприятие объекта.

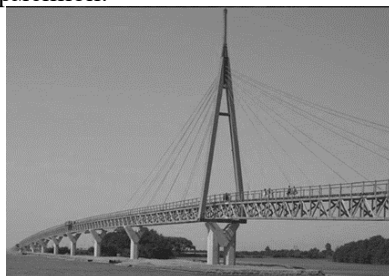


Рис. 3 Деревянный мост в Анаклиа

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бойтемиров Ф.А.*, Конструкции из дерева и пластмасс: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования./ Ф.А. Бойтемиров. - М.: Издательский центр «Академия», 2013. - 288 с.
2. *Бойтемиров Ф.А., Билонда Трегубова Елен.* Перспективная технология возведения многоэтажных зданий из древесины, как альтернатива традиционным методам. // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции 31.10. 2020. Часть 1.
3. *Бугоенко А. И., Лебедева А. В.* Древесина – универсальный строительный материал // Научно-техническая конференция по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры: сборник докладов // Московский государственный строительный университет, Институт строительства и архитектуры : МГСУ, 2015. - С. 266-267.
4. *Зозуля В. В., Романченко О. В., Саханов В. В., Фитчин А. А.* Дерево как строительный материал: проблемы и перспективы использования // Промышленное и гражданское строительство. - 2018. - N 2. - С. 67-71.
5. СП 64.13330.2017 Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80 (с Изменениями N 1, 2).

ПРИМЕНЕНИЕ КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ В МНОГОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Деревянное строительство имеет древние корни, но только в последние два десятилетия ученые, инженеры и архитекторы начали осознавать его потенциал для предотвращения глобального потепления. Заменяя бетон и сталь древесиной из устойчиво управляемых лесов, строительная промышленность может сократить до 31% глобальных выбросов углерода, согласно исследованиям университета в Нью-Хейвене, штат Коннектикут. Со временем такой сдвиг мог бы помочь человечеству вытянуть CO₂ из атмосферы, потенциально обратив вспять ход изменения климата.

Строительство высоких деревянных зданий уже идет полным ходом. Норвегия установила мировой рекорд высоты в конце 2015 года с 52,8-метровым высотным блоком; в сентябре 2016 года он был вытеснен 53-метровым студенческим общежитием университета Британской Колумбии в Ванкувере (рис. 1).



Рис. 1. Строительство деревянного высотного здания в Норвегии

В 2019 году в Австрии был возведен 84-метровое здание НоНо в Вене (рис.2). Но превратить эти новаторские проекты в глобальный тренд будет непросто. Стоимость строительства часто высока, и мировая строительная индустрия почти полностью сосредоточена на бетоне и стали, особенно когда речь заходит о больших зданиях. А климатические выгоды от строительства с использованием древесины зависят от сомнительного предположения: что мировые леса будут управляться устойчиво.

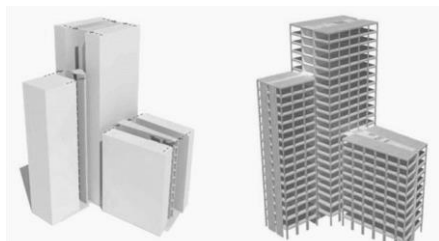


Рис. 2. BIM-модель 84-метрового здания НоНо в Вене

Некоторые исследователи опасаются, что заготовка большого количества древесины может нанести ущерб лесным экосистемам, особенно в развивающихся странах, которые уже страдают от плохой и часто незаконной практики лесозаготовок. “Если мы собираемся рубить лес, мы должны делать это таким образом, чтобы не только поддерживать лес, но и поддерживать биоразнообразие и все остальное”, - говорит Чад Оливер - лесного эколог из Йельского университета в Нью-Хейвене.

Данные здания стоят и свидетельствуют о прочности и долговечности древесины. Деревянные здания, как правило, хорошо выдерживают землетрясения. Но древесина приобрела плохую репутацию на протяжении веков, из-за катастрофических пожаров в Лондоне, Нью-Йорке и Чикаго, прежде чем появились современные стратегии тушения пожаров. Древесина при пожаре сохраняет свою целостность гораздо лучше, чем негорючие альтернативы, излюбленные современными строительными нормами. Она обугливается с предсказуемой скоростью и не плавится, как сталь, и не ослабевает, как бетон.

Одной из главных достоинств деревянного домостроения является его способность предотвратить глобальное потепление. Исследование Оливера предполагает, что люди в настоящее время собирают только 20% или около того глобального прироста лесов каждый год, и больше древесины может быть извлечено без уменьшения общего количества углерода. Возможное воздействие на климат зависит от конечного использования древесины (рис.3).

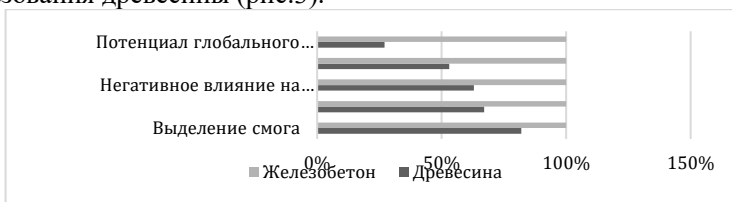


Рис. 3. Сравнение экологичности производства бетонных и деревянных строительных материалов

Например, если древесину просто сжечь для получения энергии, то CO₂, который дерево поглотило много лет назад, немедленно вернется в атмосферу. Возобновляющиеся леса в итоге вытягивают этот CO₂ обратно из воздуха, так что идея углеродно-нейтральной энергии древесины является функцией времени.

Помимо поглощения углерода в самой древесине, деревянная конструкция обеспечивает дополнительную экономию выбросов. Когда исследователи подсчитывали воздействие проектного центра на

окружающую среду, они учитывали производство и транспортировку каждого материала - вплоть до клея, полученного из ископаемого топлива, который связывает фанеру вместе. В целом выбросы, связанные со строительством, составили 12% от выбросов для эквивалентного бетонного здания, в основном из-за различий в использовании ископаемого топлива. “Когда вы сравниваете деревянное здание с бетонным, дерево выигрывает каждый раз”, - говорит Джим Боуэр, Заслуженный инженер из Университета Миннесоты в Сент-Поле.

Самые современные здания сегодня, сочетающие энергоэффективные конструкции и технологии с местной генерацией возобновляемой энергии, могут устранять выбросы в течение всего срока службы сооружения. В таких сценариях на строительство и материалы здания приходится до 100% воздействия здания на климат, что дает древесине все более важное преимущество. Движение деревянного высотного домостроения в настоящее время сосредоточено в основном на Европе и Северной Америке. Тем не менее, учитывая, что в настоящее время лесная промышленность страны добывает примерно одну треть ежегодного прироста лесных ресурсов, существует потенциал для расширения производства древесины в средних коммерческих и промышленных структурах без снижения объема углерода. Но для того, чтобы это движение имело подлинно глобальное воздействие, оно должно охватить и развивающиеся страны, где управление лесами остается сложной задачей. К сожалению, леса по всей планете вырубаются ради древесины и уничтожаются для сельского хозяйства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бойтемиров Ф. А.* Конструкции из дерева и пластмасс // Издательский центр «Академия», М., 2013. 288 с.
2. *Бойтемирова И. Н., Косухина Е.Ю.* Современные возможности применения древесины в высотном строительстве на основе проведенного исследования // Сборник материалов Международного научно-практического форума. -Т.2 ГУЗ. М., 2019. - с.297.
3. *Бойтемирова И. Н.,* Высотные деревянные дома в Швеции // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции 30 декабря 2017. с. 29.
4. *Зозуля В. В., Романченко О. В., Саханов В. В., Фитчин А. А.* Дерево как строительный материал: проблемы и перспективы использования // Промышленное и гражданское строительство. - 2018. - N 2. - С. 67-71.
5. СП 64.13330.2017 Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80 (с Изменениями N 1, 2).

КОРРОЗИОННОЕ РАЗРУШЕНИЕ СВАРНЫХ ШВОВ

Коррозионное растрескивание сталей является одним из опаснейших видов повреждений оборудования в различных отраслях промышленности, это может быть и металлургическая, судостроительная, теплоэнергетическая и другие отрасли [1].

При эксплуатации сварных соединений возникает ряд проблем, ведь с точки зрения усталости металлов они являются одними из наиболее сложных объектов. Коррозионное растрескивание - весьма специфическая форма повреждения металлов, разрушение происходит достаточно быстро в результате растягивающих напряжений и коррозионной среды, а трещина распространяется без видимой или весьма малой макропластической деформации.

Различают три главных типа коррозии сварного шва, зависящие от их размещения:

- Коррозия на самом шве. Местная межкристаллитная коррозия образуется при одновременном воздействии коррозионной среды и нагрузки или остаточных напряжений.[2].

- Коррозия в зоне термического влияния. Такое разрушение связывают с остаточными напряжениями, которое чаще всего проявляется при сварке листов внахлестку в зоне, лежащей между швами. Для снятия внутренних напряжений используют местную или объемную термообработку.

- Механизм ножевого поражения сварного соединения одинаковый для любого местоположения, а причины развития межкристаллитной коррозии различны и зависят от локации.[4].

Механизмы образования трещины

Металлы состоят из кристаллов, которые называют зёрнами из за своей неправильной формы. Когда идет нагрев стали свыше 1300 °С происходит разделение молекул карбидов, а углерод сегрегирует по границам зёрен. Одновременно титан или ниобий, которым стабилизируют сталь, вместе с углеродом переходит в твердый раствор аустенита. При последующем нагреве до 600-700 °С выделяются карбиды, в которых содержится хром. Это обеднение основного твердого раствора хромом приводит к склонности стали к межкристаллитной коррозии.

Влияние легирования и термообработки

В состав нержавеющей стали добавляют различные примеси для изменения свойств материала. Снижение содержания углерода является самым действенным способом защиты от коррозионного растрескивания. Однако, режимы, обеспечивающие коррозионную стойкость, не совпадают с обеспечением максимального упрочнения. Также большое влияние на сопротивление коррозии оказывают такие карбидообразователи как титан, молибден, ниобий, ванадий. Хром, который входит в состав сплава, образует защитный слой, тем самым повышая коррозионную стойкость. При введении в сталь марганца повышается устойчивость аустенита, но снижается сопротивление коррозии. Никель повышает упрочняемость сталей, но с его увеличением также снижается сопротивление коррозии. Также, предел прочности и текучести увеличивает кремний.[3].

Повышая температуру отпуска, можно добиться повышения сопротивления коррозионному растрескиванию, в зависимости от состава стали можно наблюдать после повышения, понижение сопротивления. В ходе изучения, было установлено, что для стали, обработанных холодом и закалкой после отпуска при температуре ниже 400 °С коррозионное растрескивание замедляется, тогда как при температуре выше 500°С растрескивания может не быть вовсе.

Методы предотвращения коррозионного растрескивания

Выше говорилось о снижении содержания углерода и введении в сталь карбидообразующих элементов как о самом эффективном способе подавления межкристаллической коррозии стали. Карбиды не будут выпадать при условии содержания углерода меньшем предела его растворимости в аустените. Это значение равно 0,02%. Предпочтительное содержание углерода – 0,02-0,03%, однако на деле оно составляет 0,08-0,12%. Такой показатель обусловлено требованиями прочности. В этом случае вводят такие элементы, как титан, ниобий, молибден и др. Тогда повышается прочность, но снижается пластичность.

Благоприятная структура снижает склонности к коррозионному растрескиванию. Аустенит и феррит – две основные фазы, из которых состоят высоколегированные аустенитно-ферритные стали. В них содержится больше 20% хрома, что делает их стойкими к коррозии в агрессивных средах. Такие стали допускается сваривать ручной, механизированной, так и другими способами сварки. При этом техника и режимы не отличаются от общепринятых.

Высокая скорость охлаждения снижает вероятность межкристаллитной коррозии. Сварные соединения должны сохранять свои свойства длительное время при действии высоких температур. Необходимо обеспечить высокую скорость охлаждения в области температур 500-800°C при сварке, это увеличит критическое время – время, необходимое для появления в металле чувствительности к коррозии.

Гомогенизирующая термообработка. Этот способ тоже считается одним из действенных и заключается в закалке (аустенитизации) при температуре 1050-1100°C. При этом процессе выпавшие карбиды хрома растворяются в аустените, а быстрое охлаждение позволяет добиться однородности. Повторный нагрев до критических температур, а это 500-800°C, приводит к возвращению склонности межкристаллитной коррозии, поэтому стабилизирующий отжиг проводят при температура 850-900°C в течение 2-3 часов с последующим остыванием на воздухе. Во время стабилизирующего отжига карбиды тоже выпадают, но происходят диффузионные процессы, которые выравнивают содержание хрома. Благодаря этому металл теряет чувствительность к межкристаллитной коррозии.

Выбор режима сварки. Сварка с малой погонной энергией, искусственное охлаждение металла зоны термического воздействия - хорошо подойдут как вариант для сварных соединений аустенитных хромоникелевых сталей, ведь такой метод исключает перегрев металла.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Василенко И.И., Мелехов Р.К.* Коррозионное растрескивание сталей. // Киев: Наук. думка, 1977.-264 с.
2. *Синкина Е.А., Кривоносова Е.А.* Оценка стойкости сварных швов высоколегированной стали к коррозионному разрушению под напряжением // Известия Самар. науч. центра РАН. -2013-Т.15,№6(2).- С.489-493.
3. *Ульянин Е.А.* Коррозионные стали и сплавы. // Справочник.- М.: Металлургия, 1991. -256.
4. *Медовар Б.И.* Сварка жаропрочных аустенитных сталей и сплавов [Электронный ресурс]. // М.: Машиностроение, 1966. – URL: <http://mash-xxl.info> (дата обращения: 27.02.2021).
5. *Гурвич Л.Я., Лащевский В.Б.* Сопротивление коррозионному растрескиванию высокопрочных нержавеющей сталей и их сварных соединений // Защита металлов. – 1993. – Т. 29, № 5.

ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ СЦЕПЛЕНИЯ СТАЛИ С БЕТОНОМ В ПЕРЕКРЫТИЯХ

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

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

Проблемой анкеров в сталежелезобетонных конструкциях является их направленность на восприятие основных усилий растяжения. Элементы, при достижении ими максимальных нагрузок, выключаются из совместной работы конструкции.

Цель данного исследования: моделирование сцепления сталежелезобетонных конструкций балка-плита путем применения в схеме различных форм наклонных анкеров, для наблюдения и сравнения напряженно-деформированного состояния, возникающего в плите и соединительных элементах.

Сцепление между элементами играет одну из важных ролей в сталежелезобетонных конструкциях. Оно оказывает влияние на передачу нагрузок между плитой и балкой. За счет больших нагрузок, в опорной зоне в монолитной плите повышается деформативность, вследствие обмятия бетона по контактным поверхностям и трещинообразования. Регулировка передаваемых усилий с помощью

анкером может привести к существенному перераспределению напряжений в сталежелезобетонной конструкции.

Для решения поставленной задачи будет применяться программный комплекс ЛИРА-САПР, в основе которого лежит расчет методом конечных элементов. В ПК выполняется моделирование и расчет сталежелезобетонных перекрытий по стальным балкам. Расчетная модель задается с помощью универсальных конечных элементов пространственных оболочек и балок, каждому присваивается определенный тип конечного элемента и жесткость.

В рамках поставленной задачи при анализе были рассмотрены следующие модели:

1- Железобетонное перекрытие по стальной двутавровой балке, с гибкими стальными наклонными анкерами 10x10 мм на верхней полке с шагом 0,36 м, горизонтальная часть анкера имеет длину 0,2 м, переходящую в наклонную длиной 0,27 м;

2- Железобетонное перекрытие по стальной двутавровой балке, с гибкими стальными наклонными анкерами 10x10 мм на верхней полке с шагом 0,36 м, форма анкера имеет выгнутую часть длиной 110 мм и высотой 16 мм с переходом в горизонтальный (90 мм) и наклонный (270 мм) участки;

3- Железобетонное перекрытие по стальной двутавровой балке без объединяющих элементов.

При анализе полученных в ходе расчета в программном комплексе результатов можно сказать о том, что соединительные детали играют роль в увеличении сцепления. Так, в двух первых моделях область наибольших перемещений по оси Z имеет меньшую протяженность, а сдвиг плиты относительно стальной балки заметно уменьшается по сравнению с третьей расчетной моделью.

В приопорной зоне железобетонной плиты в эпюрах напряжения прослеживается изменение значений в схемах один и два за счет различной формы стальных анкеров. Во второй модели напряжения, возникающие в плите, меньше. Это может говорить о том, что нагрузки, передаваемые такими анкерами на балку больше, что окажет влияние на величину нагрузки на плиту, чтобы в ней не происходило разрушений из-за чрезмерного раскрытия и образования трещин.

Так, в первой модели продольное значение, возникающее в объединяющем элементе на опоре, равно 98,8 кН, в сравнении со второй моделью, где значение равно 44,2 кН.

По полученным результатам расчета был выявлен ряд преимуществ в применении наклонных анкеров вместо «стад-болтов»:

1. Стержни анкеров работают в конструкции на растяжение и выдергивание из бетона.

2. Такая конструкция позволяет установить по полке балки несколько параллельных анкеров.

3. Стержень анкера крепится к полке балки угловыми сварными швами с 2-ух сторон.

4. Не требуется большая толщина полок балки, за счет чего такие конструкции можно реализовать в балках меньших размеров и в поясах ферм.

5. За счет изменения параметров анкеров возможно регулирование усилий в стрежнях, что дает возможность выравнивать значение усилий по длине балки.

Это может послужить основанием для дальнейших исследований, чтобы дать толчок для решения проблемы разрушения бетона на опорах конструкций, где возникают наибольшие напряжения и сдвиговые усилия.

Однако, для более точных расчетов и более детального изучения выдвинутых предположений, модели нуждаются в доработке и дальнейшем исследовании с использованием возможностей компьютерного моделирования и проведения физических экспериментов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Общая характеристика сталежелезобетонных конструкций, формообразование, конструктивные решения, особенности работы [<http://helpstud2.narod.ru/stgb.html>]
2. *Кибирева Ю.А., Астафьева Н.С.* Применение конструкций из сталежелезобетона // Экология и строительство. 2018. № 2.
3. *Боброва И.И., Топилин А.Н.* Сравнительный анализ методов расчета сталежелезобетонных перекрытий по Еврокодам и российским рекомендациям // Вестник МГСУ. 2015. №8.
4. *Постанен С. О., Березкина А. Ю., Комиссаров В. В., Постанен М. О.* Сталежелезобетонные перекрытия по профилированному стальному настилу // Молодой ученый. 2016. №26.
5. *Замалив Ф.С.* Экспериментальные исследования пространственной работы сталежелезобетонных конструкций // Вестник МГСУ. 2012. №12.
6. *Астахов И.В., Кузнецов А.Ю., Морозова Д.В.* Исследование работы сталежелезобетонных конструкций // Вестник гражданских инженеров. 2017. №3.

Студентка магистратуры 2 года обучения 4 группы ИСА М.А.

Буцева

*Научный руководитель - доц., канд. техн. наук, доц. А.И. Данилов,
доц., канд. техн. наук, А.Ю. Ушаков*

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО КАРКАСА НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ

С течением времени все в большей степени проявляется формирование новых направлений в развитии проектирования несущих конструкций зданий. На сегодняшний день у конструкторов появилась тенденция активного влияния на распределение усилий в системе, появилась идея о реализации управления поведением конструкций здания [2].

Такой подход определяет яркую выразительность экстерьеров при проектировании каркасов многоэтажных и высотных зданий. Наиболее существенное влияние на формирование напряженно-деформированного состояния каркаса оказывают ветровые нагрузки, которые возрастают по мере увеличения этажности здания. Для минимизации влияния ветра существует ряд архитектурных и конструктивных решений [1]: изменение формы здания; устройство аутригерных поясов; повышение изгибной жесткости каркаса; применение пассивных маятниковых демпферов.

Одним из способов повышения эффективности работы высотного здания на ветровую нагрузку является использование внешнего каркаса. Внешний каркас здания или сооружения – конструктивная система, в которой часть несущих конструкции вынесена за пределы функциональной зоны и расположена в непосредственном контакте с окружающей средой [4].

При такой конструктивной схеме увеличивается момент инерции горизонтального сечения каркаса, а как следствие повышаются его изгибная и крутильная жесткости и способность к сопротивлению горизонтальным воздействиям.

Регулирование напряженно-деформированного состояния такого каркаса осуществляется путем перераспределения усилий и напряжений за счет вовлечения в работу менее напряженных элементов. Внутренние элементы каркаса воспринимают преимущественно вертикальные нагрузки, а внешняя оболочка - горизонтальные. При этом перемещения внутренних колонн и моменты от ветровой нагрузки уменьшаются, что позволяет упростить варианты прикрепления ограждающих конструкций, рационально и эффективно запроектировать узлы каркаса.

В процессе проведения исследования в расчетном комплексе LIRA SAPR были смоделированы 4 типа каркасов многоэтажного здания высотой 160 м.

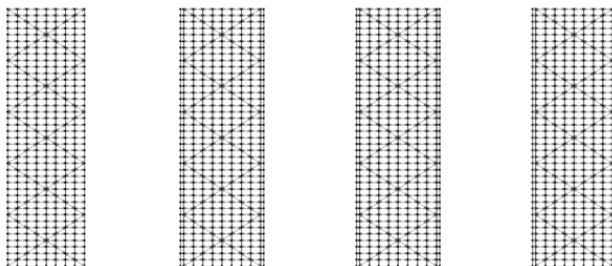


Рис. 1 – внешний каркас: а – с частично вынесенными за пределы фасада колоннами; б – жестко соединенный с внутренним; в – шарнирно соединенный с внутренним; г – с применением демпферов в соединительных элементах.

На основе анализа результатов расчета, можно сделать вывод, что использование внешнего каркаса позволяет снизить горизонтальные перемещения (рис.3), перераспределить усилия, разделить потоки передачи нагрузки и тем самым повысить живучесть здания. С целью улучшения работы здания на динамические нагрузки возможно применение демпферов в соединительных элементах каркасов.

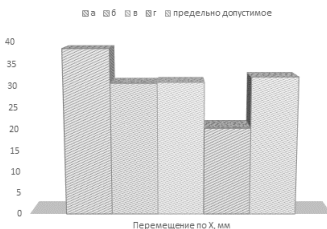


Рис. 2 – Диаграмма перемещений по x каркасов.

Для более достоверной оценки влияния эффективности применения внешнего каркаса следует рассматривать пространственную расчетную схему здания. Необходимо обеспечить геометрическую неизменяемость и жесткость внешнего каркаса путем введения вертикальных связевых элементов и диафрагм в виде горизонтальных ферм, которые будут образовывать жесткие блоки по высоте здания (рис.3).

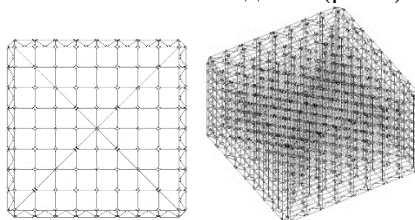


Рис. 3 – Фрагмент жесткого блока при моделировании пространственной расчетной схемы.

Одной из проблем применения выносного каркаса для многоэтажного здания является возникновение мостиков холода в соединительных элементах. Для частичного решения этой проблемы необходимо проработать узлы соединения внешнего и внутреннего каркасов. Термическое отсечение от теплового контура здания можно осуществить с помощью использования терморазъемов (рис.4), которые представляют собой фланцевые соединения стальных конструкций с прокладкой эффективным теплоизолирующим материалом. Фланцы такого соединения изготавливают из нержавеющей стали с коэффициентом теплопроводности, который в четыре раза меньше, чем у традиционной конструкционной стали.

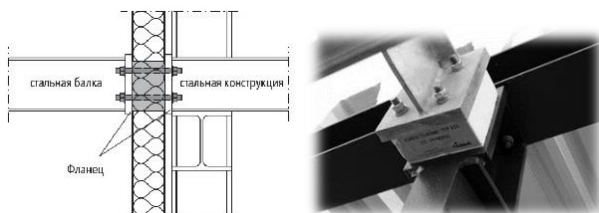


Рис.4 – Конструкция терморазъема.

Применение внешних каркасов направлено на решение проблемы безопасности проектирования и является одним из путей реализации концепции управления поведением многоэтажных зданий [3], определяющей современный подход к решению проблемы обеспечения механической безопасности согласно [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В. Шуллер. Конструкции высотных зданий. // Стройиздат, 1979-248с.
2. А. В. Перельмутер. Управление поведением несущих конструкций // УФИМБ, 1998 – 148с.
3. А. И. Данилов. Концепция управления процессом разрушения строительного объекта // Промышленное и гражданское строительство, 2014. №8 – с.74-77.
4. О.В. Разумова. Принципы формирования архитектуры зданий сооружений и архитектурных комплексов с использованием стальных каркасов. // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, 2012 №1-2 – с.53-66.
5. ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 №384-ФЗ.

ПОВЫШЕНИЕ ПРЕДЕЛА ОГНЕСТОЙКОСТИ И МЕХАНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Использование при возведении зданий несущих стальных конструкций значительно индустриализировало строительный процесс и снизило себестоимость. Использование стали для несущих колон и балок перекрытия, с одной стороны, повышает прочностные характеристики, а с другой - повышает угрозу безопасности при температурных воздействиях.

Работы по нанесению огнезащитных составов производятся высокоэффективными конструктивными методами, при применении облегченных составов.

Огневая защита металлических конструкций предполагает использование термически устойчивой защитной оболочки, возможно с дополнительной теплоизоляцией.

По способу нанесения огнезащита классифицируется на: конструктивные - это облицовки или покрытия, и неконструктивные - это пропиточные, а также вспучивающиеся составы.



Рис. 1 Конструкция огнезащиты

Облицовку кирпичом, бетоном или оштукатуривание цементно-песчаной смесью применяют для защиты металлоконструкций от пожара до 2 ч и более.

Расчеты пределов огнестойкости металлоконструкций связаны с решением прочностной (статической) и теплотехнической задач.

Предел огнестойкости - свойство стали противостоять температурному воздействию, при этом сохраняя несущие строительные и ограждающие возможности на определенное время.

Варианты нанесения огнезащитных материалов на конструкции

Облицовка бетонном или кирпичом

Нанесение обеспечивает защиту конструкций от температурных воздействий и их укрепление.

Экранирование плитными или листовыми материалами

Облицовка сборного каркаса листовыми и плитными материалами, такими как: гипсокартонные и гипсоволокнистые листы, асбестоцементные и перлитофосфогелиевые плиты, плиты на основе вспученного вермикулита.

Нанесение штукатурного состава

Существует два варианта огнезащитного покрытия на основе штукатурки: цементно-песчаная и облегченная (на основе асбеста, перлита, вермикулита, фосфатных соединений и других материалов).

Неорганические составы

Облегченные огнезащитные покрытия создаются на основе неорганических материалов: например, жидкого стекла или силикофосфатного связующего.

Составы терморасширяющегося типа

Широко применяются на объектах различного назначения, характеризуется расширяющимся эффектом. После нанесения состав выполняет функцию лакокрасочного покрытия. При повышении температуры окружающей среды до 180-250°C покрытие расширяется в десятки раз, образуя пористый теплоизолирующий слой.

Особенности работы МК

Теплопроводность стали характеризуется высокой скоростью прогрева металлических конструкций. Это приводит к тому, что металлические конструкции без огнезащиты быстро нагреваются до пластичных температур, при этом уменьшается прочность конструкции. Таким образом наступает предельное состояние (потеря несущей способности).

При анализе теплопроводности материалов (табл.1), применяемых для огнезащиты максимальная эффективность, обеспечивается воздушной прослойкой.

Таблица 1

Материал	Теплопроводность, Вт/(м·град)	Материал	Теплопроводность, Вт/(м·град)
Сталь	58	Кирпич красный глиняный	0,56
Бетон	1,28-1,51	Гипсокартон	0,21-0,34
Штукатурка цементно-песчан.	0,93	Воздух	0,026

Рассматривая приведенные конструкции огнезащиты колонн (рис. 2) можно предположить, что изменением величины воздушного зазора можно регулировать предел огнестойкости представленной конструкции. Защита металлической колонны таким способом дает возможность также обеспечить дополнительно механическую защиту и резерв устойчивости стоек.

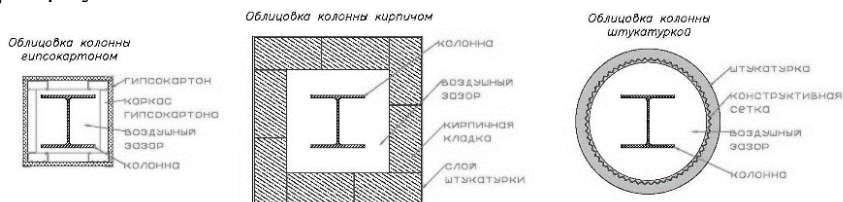


Рис. 2 Варианты облицовки колонн

Уровень термической и механической защиты определяется вариантом и конструктивными особенностями (параметрами) облицовки.

Таковыми параметрами являются жесткость связей облицовки (каркаса облицовки) с основным металлом (повышение интегральной жесткости конструкции), демпфирующие свойства каркаса (поглощение энергии ударных воздействий), теплопроводность каркаса облицовки.

Заключение:

1. Облицовку стальных конструкций, в том числе с воздушной прослойкой, следует рассматривать не только с позиций усиления теплозащиты, но и как способ получения комбинированной конструкции с повышенными механическими свойствами.
2. Применение воздушной прослойки повышает пожаростойкость конструкции.
3. Для обоснования гипотез пп. 1 и 2 необходимо выполнение численных и натурных экспериментов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Орловский С.Я., Ершова Л.В., Герасименко В.Н.* Огнезащита металлических конструкций зданий и сооружений. // Журнал Инновационная наука. 2015. № 12-2. С. 50-52.
2. *Шаталин С.С.* Особенности термолита поливинилового спирта в огнезащитных композициях. // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. 2015.
3. *Ройтман В. М.* Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий. М., Ассоциация «Пожнаука», 2001.
4. *Бубнов В.М.* Задачи и упражнения по огнестойкости строительных конструкций. // Методическое пособие. М.: Академия ГПС МЧС России, 2004.
5. *Страхов В.Л., Крутов А.И., Давыдкин Н.Ф.* «Огнезащита строительных конструкций», // ТМР, М.2000 г.
6. Пособие по определению пределов огнестойкости конструкций, // ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, М. 1985 г.
7. *Собурь С.В.* «Огнезащита строительных материалов и конструкций». // Справочник, М., Спецтехника, 2001 г.

РЕШЕНИЕ ОПОРНОГО УЗЛА АРОЧНОГО ПОКРЫТИЯ БОЛЬШЕПРОЛЕТНОГО ЗДАНИЯ

В последнее время редко упоминается основополагающее условие формирования несущей механической системы, основанное на принципах концентрации и распределения несущей способности, то есть ответственности элементов. Примером реализации этих принципов может служить конструкция опорной части большепролетной пологой стальной арочной конструкции, показанной на рис. 1.

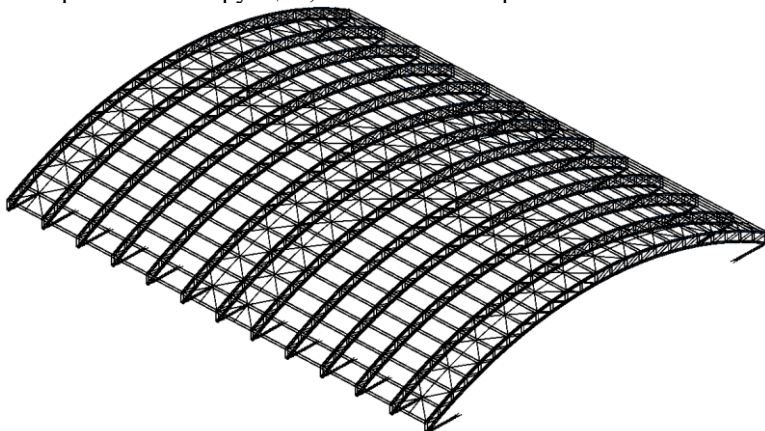


Рис.1. Большепролетная полая стальная арочная конструкция.
Пролет арки 240 м, стрела подъема – 32 м, шаг арок – 24 м,
горизонтальные отрезки у опор арок – анкерные системы (рис. 2).

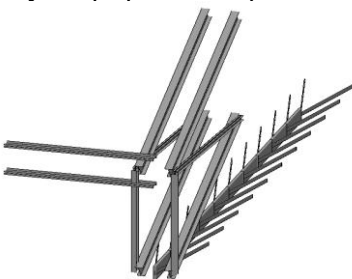


Рис. 2. Анкерная система опор арок.

В данном варианте анкерная система состоит из общего ствола (длиной 20 м) и симметрично прикрепленных к нему с двух сторон под одинаковым углом растянутых элементов, которые свободными концами прикрепляются к сваям. Если принять материал ствола абсолютно

жестким, усилия во элементах будут одинаковы при одинаковых материалах и поперечных сечениях, а следовательно будут иметь одинаковый запас несущей способности. В противном случае для регулирования распределения несущей способности можно манипулировать целым набором параметров: материал различных элементов системы, поперечные сечения, длины элементов, углы наклона к стволу, величины предварительного натяжения, и так далее.

Вертикальная и горизонтальная составляющие опорной реакции здесь разделены и воспринимаются каждая своей группой несущих конструкций. При этом горизонтальная составляющая распределяется на конечное множество несущих элементов. Такое решение обеспечивает многократное снижение усилий, приходящихся на каждый элемент, что сокращает стоимость и трудоемкость его изготовления и монтажа. Для восприятия горизонтальной составляющей опорной реакции вместо мощного тяжелого фундамента или затяжки равной пролету арки длины для каждой опоры вводится группа из n относительно коротких горизонтальных элементов со своими условиями закрепления в грунт. Усилие в каждом элементе при соответствующем конструировании составляет приблизительно $1/n$ от усилия распора арки.

Рассмотрены три варианта параметров данной анкерной системы, которые смоделированы на трех соседних опорах при поперечном сечении ствола 800 см^2 и сечении анкеров 40 см^2 , шаг анкеров 2 м , наклон к стволу $1 \text{ к } 2$:

1. Ствол и анкер из стали, без предварительного натяжения;
2. То же самое, но в анкерах моделируется прополз
3. Предварительное натяжение путем симметричного приложения условной температурной нагрузки к каждой паре анкеров от 2° до 20° с шагом 2° при заданном коэффициенте температурного расширения -10^{-4} ;
4. Ствол абсолютно жесткий, без предварительного натяжения.

Результаты расчета показаны на рис. 3-7.

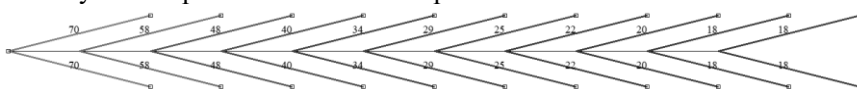


Рис. 3. Использование несущей способности при первом варианте (%).



Рис. 4. Максимальные усилия растяжения в элементах при первом варианте (тс).

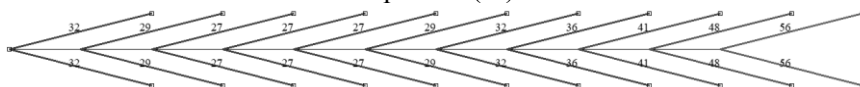


Рис. 5. Использование несущей способности при втором варианте (%).

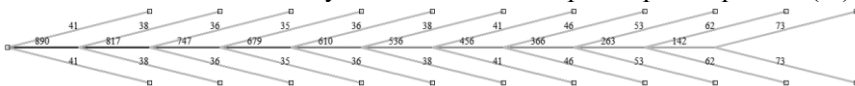


Рис. 6. Максимальные усилия растяжения в элементах при втором варианте (тс).

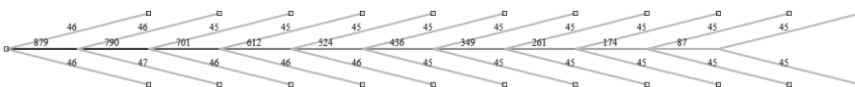


Рис. 7. Максимальные усилия растяжения в элементах при третьем варианте (тс).

По результатам расчета можно видеть, что первый вариант наименее приемлем, а наилучшие результаты дает идеализированный третий вариант. Второй вариант легко может быть приближен к третьему путем реального механического предварительного натяжения анкеров.

Очевидно, что стоимость и трудоемкость изготовления и монтажа существенно снижется. Топология такой системы может иметь неограниченное множество вариантов, что обеспечивает возможность ее применения в соответствии с конкретными условиями возведения и эксплуатации. Вопросы устойчивости и поведения арочных конструкций при температурных и динамических воздействиях рассматриваются, например, в работах [1-3]. При этом принципиально меняется уровень безопасности (уровень надежности) конструкции в целом, поскольку выход из строя одного или даже нескольких элементов приводит лишь к увеличению усилий в остальных элементах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Pi Y.L., Bradford M.A.* “In-plane thermoelastic behavior and buckling of pin-ended and fixed circular arches”. *Engineering Structures*, vol. 32, pp. 250-260, 2009.
2. *Han Y., Sun B., Ju Z., Wang Y.* “Critical load analysis of double-hinged circular steel arch in-plane under high temperature of fire”. *Advanced Materials Research*, vols. 243-249, pp. 3-6, 2011.
3. *Guo Z., Wang Y., Lu N., Zhang H., Zhu F.* “Behaviour of a two-pinned steel arch at elevated temperatures”. *Thin-Walled Structures*, vol. 107, pp. 248-256, 2016.
4. *Гурвич Л.Я., Лащевский В.Б.* Сопротивление коррозионному растрескиванию высокопрочных нержавеющей сталей и их сварных соединений // *Защита металлов*. – 1993. – Т. 29, № 5.
5. *Kiss, L., Szeidl, G.* In-plane stability of fixed-fixed heterogeneous curved beams under a concentrated radial load at the crown point. *Technische Mechanik*. 2015. 35(1). Pp. 31–48. DOI: 10.24352/UB.OVGU-2017-067.

Студентка магистратуры 2 года обучения 6 группы ИСА Мосолова А.С.

Научный руководитель – проф., д-р. техн. наук, проф. А.М. Ибрагимов

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕОРГАНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА МОСКВА

В XXI веке реконструкция и реновация промышленных зданий в больших городах, в том числе и в Москве, становится необходимостью по нескольким причинам.

Во-первых, практически весь XX век экономика Москвы наращивала своё промышленное производство, Москва была огромным промышленным центром, в котором действовало 1190 фабрик и заводов. XXI век в экономике Москвы характеризуется деиндустриализацией, главная тенденция состоит в том, что промышленные функции замещаются сервисными. Доля сферы услуг на данный момент колеблется около 71%, а промышленности – 16%. При этом остаются заброшенные заводы и фабрики, многие из которых расположены в центральной части города.

Вторая причина является следствием первой: из-за роста сферы услуг возникла необходимость строительства новых бизнес-кварталов, в условиях плотной городской застройки побуждают архитекторов и девелоперов обращаться к старому фонду, а не строить здания с нуля. На данный момент промышленные зоны занимают порядка 18,8 тыс. га, что составляет более 17% территории «старой» Москвы.

В-третьих, промышленная архитектура прошлого века соответствует новым веяниям.

В 2010 году был издан закон города Москвы от 5 мая 2010 г. № 17 "О Генеральном плане города Москвы", закрепляющий на законодательном уровне цель сократить площадь территорий, занимаемую промышленными предприятиями с 20 до 15 тысяч гектаров к 2025 году. С 2011 по 2016 годы утвержден 61 проект планировки территории общей площадью около 3,4 тыс. га.

Реновация недействующих промышленных зон может идти двумя путями:

1. Использование промышленных площадок для градостроительного развития: обеспечить город дополнительными жилыми площадями, объектами культуры, парковочными местами.
2. Изменение функционала некоторых предприятий, сориентировав их на инновационное экологически чистое производство.

Остановимся подробнее на первом пути. При реорганизации промышленной зоны в жилой квартал преимуществом является

обширная территория, относительно свободная от застройки, которая может вместить и жилой комплекс, и обеспечить внутренней инфраструктурой. Промышленные предприятия преимущественно размещались вдоль набережных, что при реновации даёт возможность организовать благоустроенную прогулочную зону, что также привлекает девелоперов.

Но наиболее распространённый способ реорганизации недействующего промышленного предприятия – реконструкция здания с максимальным сохранением его исторического облика и конструкций, при этом с изменением его функций.

При размещении бизнес-кварталов в зданиях бывших фабрик преимуществом является каркасно-стеновая конструктивная система, что даёт вариативность планировок и позволяет беспрепятственно организовывать открытые рабочие пространства. Также большая площадь оконных проёмов, характерная для фабричных зданий XX века позволяет обеспечить высокий уровень естественного освещения на рабочих местах.

Ещё одно распространённое направление реорганизации – размещение в здании музейных, выставочных комплексов и современных арт-пространств.

Одним из примеров служит реконструкция хрустально-стекольного завода «Флакон», открытого в 2009 году. При реновации здания был сохранён исторический облик и пространственная структура здания – как свидетельство прежних функций. Также конструктивная система промышленного здания позволила увеличить полезную площадь здания путём возведения антресольных этажей и создания эксплуатируемой кровли. Площадь дизайн завода разделена на 3 функциональные группы: пространства для проведения выставок и лекций, общественные пространства – мастерские, офисы, а также коммерческие пространства – кафе, магазины. Полезная площадь здания после реконструкции увеличилась более чем на 1000 м².

Вторым показательным примером служит реконструкция гидроэлектростанции ГЭС-2 на Болотном острове, которая находится на завершающем этапе. По проекту здание бывшей ГЭС преобразовано в современный музейно-выставочный комплекс с открытой выставочной зоной в бывшем турбинном зале. Внутри зала на нескольких уровнях устроены антресольные этажи, площадки, соединённые при помощи лестниц и переходов, что позволило увеличить полезную площадь здания. Выполнить данные планировочные решения позволили конструктивные особенности здания – каркасная несущая система со стальными колоннами с шагом более 6м.

С точки зрения архитектурной выразительности промышленное здание с металлическим каркасом идеально вписывается в концепцию современного выставочного пространства. При реконструкции большое внимание было уделено именно сохранению в



первозданном виде и усилению несущих конструкций.

Стальные фермы и колонны в таком комплексе выполняют не только несущую функцию, но и эстетическую.

Таким образом можно сделать вывод, что при реорганизации промышленных зон наиболее актуальным и предпочтительным направлением является реконструкция зданий с изменением их функций и сохранением исторического облика, особенно это характерно для зданий, расположенных в центральной части города. Такой подход позволяет создать новые объекты культуры, обеспечить горожан рабочими местами, при этом улучшив экологическую обстановку путём частичного вывода промышленного производства за черту города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Редевелопмент промзон [Электронный ресурс] URL: <https://stroj.mos.ru/renovaciya-promzon>

2. *Н.В.Антонов* Трансформация экономики Москвы и её промышленности: из века прошлого в век нынешний [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-7-0-5-2008>

1. Реконструкция завода FLACON [Электронный ресурс] URL: <http://hiarch.ru/project/35>

2. Безопасность России. Безопасность строительного комплекса. Рук.авт. кол-ва Н.А.Махутов, О.И.Лобов, К.И.Еремин .-М.: МГОФ «Знание», 2012.-798 с.

3. Закон города Москвы от 5 мая 2010 года № 17 «О Генеральном плане города Москвы»

РАССМОТРЕНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ТРУБОБЕТОННЫХ ЦЕНТРАЛЬНОСЖАТЫХ И ВНЕЦЕНТРЕННОСЖАТЫХ КОЛОНН

Трубобетонные колонны – это вертикальные несущие конструкции, состоящие из бетонного ядра, заключенного в стальную наружную оболочку, где прочность ядра увеличивается в несколько раз ввиду его обжатия как облойкой стальной оболочкой [2]. Применение

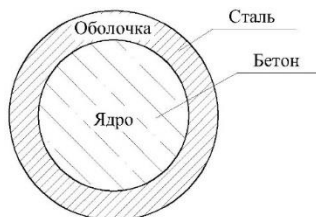


Рис. 1. Сечение
трубобетонной колонны.

трубобетонных колонн рациональнее всего в элементах, воспринимающих большие сжимающие нагрузки с небольшими эксцентриситетами [1].

В процессе изучения методики расчета трубобетонных колонн на внецентренное сжатие в соответствии с п.п. 7.2 [5] - было выявлено несоответствие одного из принципов данного расчета.

Для определения величины эксцентриситета приложения продольной силы e необходимо найти коэффициент влияния продольного изгиба η , который находится по формуле п.п 7.1.2.5 [5]:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}}$$

где, N_{cr} – условная критическая сила, вычисляемая по формуле:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{l_0^2}$$

где, D – жесткость трубобетонного элемента в предельной по прочности стадии;

l_0 – расчётная длина элемента.

В соответствии с п.п. 7.2.2.10 [5]: жесткость трубобетонного элемента D определяется согласно приложению Г.3 [5], где в свою очередь D – находится по формуле:

$$D = \begin{cases} k_b E_{b1} I + k_s (E_s I_s + E_p I_p) \\ k_b E_{b1} I + k_s E_s I_s + \frac{l_0^2}{\pi^2} R_{pc} A_p \end{cases}$$

где, R_{pc} – расчетное сопротивление металла трубы при сжатии в составе трубобетонного элемента, величина которого также зависит от эксцентриситета приложения продольной сжимающей силы e (п.п. 7.2.1.2 [5]):

$$R_{pc} = R_y - \frac{1}{4} R_y \left(1 - \frac{7,5e}{D_p - 2t_p} \right)$$

Ввиду вышеперечисленного, получается взаимовлияющая система из формул, где для определения величины эксцентриситета приложения продольной сжимающей силы e необходимо знать величину значения жесткости трубобетонного элемента в предельной по прочности стадии D , где, в свою очередь необходимо знать величину расчетного сопротивления металла трубы при сжатии в составе трубобетонного элемента R_{pc} , величина которого зависит от значения все той же величины эксцентриситета приложения продольной сжимающей силы e .

Таким образом, применение второго выражения в формуле определения жесткости трубобетонного элемента D :

$$D = \begin{cases} k_b E_{b1} I + k_s (E_s I_s + E_p I_p) \\ k_b E_{b1} I + k_s E_s I_s + \frac{l_0^2}{\pi^2} R_{pc} A_p \end{cases}$$

– не представляется возможным.

Для усовершенствования методов расчета трубобетонных колонн, необходимо [6]:

- 1) Изучение, а также разработка новых методов контакта между стальной оболочкой и бетонным ядром.
- 2) Разработка методики создания расчетных моделей (для использования при расчетах в программных комплексах).
- 3) Исследование основных конструктивных узлов (опорный и соединение секций трубобетонных стоек) и разработка новых.
- 4) Поиск рациональных форм сечений и применяемых материалов для повышения огнестойкости.
- 5) Создание и расширение нормативной базы по проектированию, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

Таким образом, на сегодняшний день, требуется совершенствование существующей нормативной базы трубобетонных колонн, что повысит точность расчетов и обеспечит высокую ее надежность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Стороженко Л.И., Плехотный П.И., Черный А.Я.* Расчет трубобетонных конструкций. – К.: Будивэльнык, 1991. – 120 с. – (Б-ка проектировщика).

2. *Кикин А.И., Санжаровский Р.С., Труль В.А.* Конструкции из стальных труб, заполненных бетоном. М., Стройиздат, 1974, с. 144.

3. *Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Чесноков Г.В., Михалдыкин Е.С.* О проблеме расчета трубобетонных конструкций с оболочкой из разных материалов. Часть 1. Опыт применения трубобетона с металлической оболочкой // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №4 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/95TVN415.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/95TVN415.

4. *Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Чесноков Г.В., Михалдыкин Е.С.* О проблеме расчета трубобетонных конструкций с оболочкой из разных материалов. Часть 2. Расчет трубобетонных конструкций с металлической оболочкой // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №4 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/112TVN415.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/112TVN415.

5. СП 266.1325800.2016. Свод правил. Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования: Утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 30 декабря 2016 г. N 1030/пр.

6. *I. Garanzha, N. Vatin* Analytical Methods for Determination a Load Capacity of Concrete-Filled Tubes under Axial Compression, Applied Mechanics and Materials, Vols. 633-634 (2014), pp. 965-971.

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ И ПРОДЛЕНИЕ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

На сегодняшний день поднято множество важных вопросов о процессе проведения мероприятий по контролю состояния металлических конструкций зданий и сооружения, о проведении обследований, а также о возможности продления срока эксплуатации стальных конструкций путем усиления ослабленных элементов конструкции.

Для оценки технического состояния конструкций необходимо [1]:

- выполнить проверочный расчет на действующие и прогнозируемые нагрузки, учитывая в расчетной схеме выявленные при обследовании дефекты и повреждения, фактические свойства стали и резервы несущей способности;
- по окончании проверки конструкций на прочность, устойчивость и выносливость - выявленные дефекты и повреждения требуется подразделить на допустимые и недопустимые;
- определить техническое состояние конструкций и составить заключение.

В качестве примера оценки технического состояния металлических конструкций предложено рассмотреть одноэтажное промышленное здание, назначение которого необходимо изменить на складское для возможности продолжения дальнейшей эксплуатации данного объекта (рис. 1).

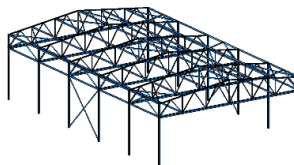


Рис.1. Пространственная модель промышленного здания

На начальном этапе формируем в ПК «ЛИРА-САРП 2019» расчетную модель одноэтажного промышленного здания, прикладываем нагрузки от собственного веса конструкций, пирога кровли и снеговую нагрузку, генерируем таблицы расчетных усилий (PCY) и расчетных сочетаний нагрузок (PCN) [2].

После проведения полного расчета - анализируем результаты, формы потери устойчивости, просматриваем подобранные сечения и унифицируем.

Следующим этапом работы с моделью является нанесение всех повреждений, выявленных в процессе обследования объекта,

выполнение расчета с учетом данных повреждений и формирование выводов о возможности дальнейшей эксплуатации данного сооружения и его конструкций поэлементно.

Проведем проверку балки швеллерного сечения, поврежденной коррозией. Для этого создаём новую жесткость элемента, в которой задаём равномерную коррозию $\Delta T=3\text{мм}$, присваиваем элементу и запускаем модель на расчёт. После анализируем результаты расчета, а также подобранное сечение и сравниваем его с изначальным.

Так как напряжения, возникающие в балке, поврежденной коррозией меньше предельно допустимых, а также подобранное сечение соответствует начальному, из этого следует, что дальнейшая эксплуатация возможна, но необходимо выполнить противокоррозионные мероприятия [4].

Далее рассмотрим стальную колонну, ослабленную отверстиями от болтов и соберём действующие на неё усилия в общей модели. Моделируем данную колонну из пластинчатых элементов в отдельной расчетной схеме, задаём жесткости для стенки и полки в виде пластинчатых элементов, закрепляем от перемещений, прикладываем собственный вес, а также продольную силу $N=145\text{кН}$ (действующими моментами M_y и M_z можно пренебречь, так как они слишком малы), полученную из общей расчетной модели. Вырезаем отверстия диаметром 19 мм от болтов М16 в полках колонны с помощью создания поверхности вращения (цилиндра), выполняем упаковку схемы и запускаем на полный расчёт.

Анализируем мозаики напряжений: по периметру отверстий образуется концентрация напряжений, величина которых меньше предельно допустимых, из этого следует, что дальнейшая эксплуатация колонны возможна.

Несмотря на то, что наиболее нагруженная колонна, ослабленная отверстиями, удовлетворяет расчетам, принято решение усилить данные места - наварить листовой прокат. Ширина полки двутавра 15К1 - 149мм, поэтому габариты листа стального горячекатаного ГОСТ 19903-74 Ст3 – 4х130х130 мм.

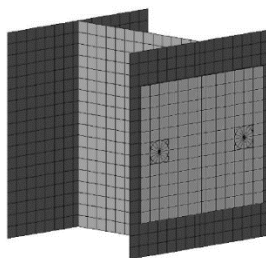


Рис. 2. Фрагмент колонны, усиленной стальным листом

Формируем расчетную модель: фрагментируем колонну в зоне ослаблений и из пластинчатых элементов формируем стальной лист, по

его торцам создаем группу объединения перемещений. Упаковав схему, запускаем на расчет, анализируем полученные мозаики напряжений в пластинах и сравниваем с первоначальной схемой (без стального листа).

На полученных мозаиках напряжений видим, что благодаря усилению стальным листом удалось уменьшить значения напряжений и избежать концентрации напряжений, образуемых вокруг отверстий. Так, использование стального листа в качестве усиления ослабленных сечений благоприятно сказывается на общей картине распределения напряжений, что позволяет увеличить несущую способность, а также срок службы стальной колонны, относительно исходному варианту с ослабленным сечением от отверстий.

Таким образом, возможность дальнейшей эксплуатации зданий и сооружений при выявленных повреждениях в несущих конструкциях и элементах, а также выбор метода усиления, при необходимости, должны быть обоснованы проверочными расчетами на основе заключения о техническом состоянии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон №384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
2. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменениями N 1, 2): утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 3 декабря 2016 г. N 891/пр и введен в действие с 4 июня 2017 г.
3. СП 16.13330.2017 "Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*" (с Поправкой, с Изменением N 1): утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 27 февраля 2017 г. N 126/пр и введен в действие с 28 августа 2017 г.
4. СП 28.13330.2017 "Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85" (с Изменениями № 1, 2): утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 27 февраля 2017 г. N 127/пр и введен в действие с 28 августа 2017 г.
5. Рекомендации по обследованию стальных конструкций производственных зданий. Госстрой СССР. ЦНИИПРОЕКТСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ им. Мельникова, Москва, 1988г

*Студентка магистратуры 1 года обучения 3 группы ИСА Зоненко Т.Н.
Научный руководитель – проф., д-р. техн. наук, проф. А.М. Ибрагимов,
доц., канд. техн. наук, доц. А.И. Данилов*

НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРУЕМОЕ СОСТОЯНИЕ СКВОЗНОЙ ТРАНСФОРМИРУЕМОЙ АРКИ

Арки – это плоскостные распорные конструкции в виде изогнутых стержней, с неподвижными опорами по концам. Они очень чувствительны к неравномерным осадкам и выполняются как бесшарнирными, так и двухшарнирными и трехшарнирными. Все элементы арки подбираются в первую очередь по прочности и жёсткости.

Однако соблюдение условий прочности и жесткости еще не гарантирует способности конструкций выполнять, предназначенные им функции в эксплуатационных режимах. Наряду с выполнением условий прочности и жесткости, необходимо обеспечить и устойчивость конструкций.

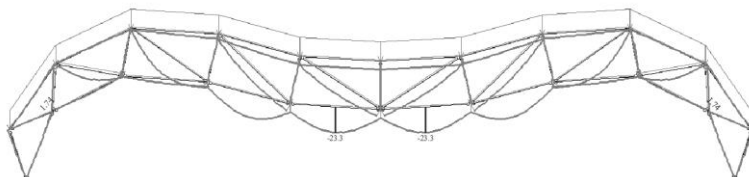
Устойчивость арок покрытия из плоскости обеспечивается жесткими элементами ограждающей части покрытия.

Металлические арки могут перекрывать пролеты от 30 до 150 м. Металлические арки выполняются из сплошного и решетчатого сечения.

Сквозные (решетчатые) арки применяют при пролетах более 60 м. Они проектируются преимущественно с параллельными поясами. Высота сечения таких арок составляет $1/30$ – $1/60$ пролета, поскольку они имеют меньшую жесткость.

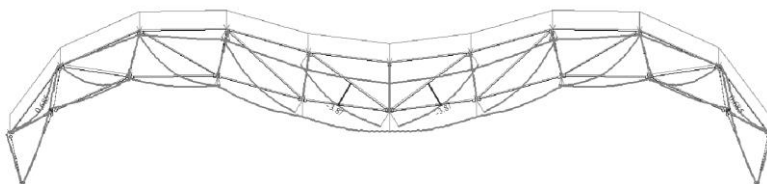
Поэтому рассмотрим три конструкции большепролётных трансформируемых арок пролётом 43 м и высотой подъёма 8,5 м до нижнего пояса и 11,5 м до верхнего при одних и тех же нагрузках и выясним, какая из них эффективнее в использовании. Во всех трёх схемах верхний пояс и стойки выполнены из гнутосварного профиля сечениями 300x8 мм и 80x4 мм соответственно, все раскосы – из тяжёлых.

Проведя расчёт, мы выяснили, что продольные и поперечные силы и моменты во всех трёх схемах относительно одинаковые. Все арки проходят по первой и второй группам предельных состояний. Однако перемещения во всех трёх арках имеют различные значения и места их проявления. Как видно из рисунков наибольшие перемещения у арки с нижним поясом из гнутосварных профилей.



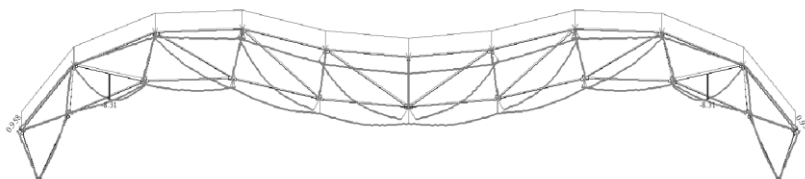
Максимальное устье -23,3268; Масштабное устье 1,7373

Рис. 1. Эпюра перемещений Z1 для арки с нижним поясом из гнутосварного профиля (максимальные перемещения 23,3 мм)



Максимальное устье -3,88864; Масштабное устье 0,685485

Рис. 2. Эпюра перемещений Z1 для арки с нижним поясом из тяжей (максимальные перемещения 3,87 мм)



Максимальное устье -8,30699; Масштабное устье 0,93196

Рис. 3. Эпюра перемещений Z1 для арки комбинированного нижнего пояса из гнутосварного профиля и тяжей (максимальные перемещения 8,31 мм)

Несмотря на то, что перемещения в арке с нижним поясом из тяжей меньше, на приопорных участках нижний пояс испытывает сжимающие усилия, с которыми лучше справляются коробчатые сечения. Поэтому наиболее предпочтительным является схема с комбинированным

нижним поясом, поскольку каждый гнутосварной профиль испытывает сжимающие усилия, а каждый тяз – растягивающие.

Таким образом, мы можем сделать следующие выводы:

1. Основной выбор - двухшарнирные двухпоясные арки кругового очертания.

2. Согласно результатам предварительного линейного расчета продольные и поперечные силы и моменты во всех трёх схемах относительно одинаковы и для всех видов арок может быть обеспечено выполнение требований по первой и второй группам предельных состояний.

3. Анализ результатов показывает, что усилия сжатия возникают не только в верхнем, но и в нижнем поясе в окрестности опор, а также в стойках.

4. Анализ работы элементов конструкции показывает, что для дальнейшего исследования следует рассматривать трансформируемую арку с комбинированным нижним поясом из сжатых (сечение - круглая или квадратная труба) и растянутых (с применением предварительного натяжения) элементов. Сжатые стойки также из труб, а растянутые раскосы - с применением предварительного натяжения.

5. В связи с применением предварительного натяжения элементов задача должна решаться в нелинейной постановке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Еремеев П.Г.* Научно-техническое сопровождение проектирования и возведения металлических конструкций большепролётных уникальных зданий и сооружений // Вестник НИЦ Строительство. 2010. № 2. С. 21-29.

2. *Гарифуллин М.Р., Семенов С.А., Беляева С.В., Порываев И.А., Сафиуллин М.Н., Семенов А.А.*: Поиск рациональной геометрической схемы пространственной металлической конструкции покрытия большепролётного спортивного сооружения // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 2 (17). С. 107-124.

3. *В.Д. Таратута, А.М. Бегельдиев* Большепролётные конструкции промышленных и гражданских зданий и сооружений: // Учеб.пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 187с.

4. «Design of Steel Structures» U.K. Edition Published by: ECCS – European Convention for Constructional Steelwork, 2014.

5. CEN (2011). EN 1090-2:2008+A1:2011, Execution of steel structures and aluminium structures - Part 2: Technical requirements for steel structures, European Committee for Standardization, Brussels.

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТРУБОПРОВОДА С ВЕЧНО-МЕРЗЛЫМ ГРУНТОМ

При проектировании трубопровода необходимо проводить оценку влияния изменения температуры на вечномерзлый грунт, чтобы избежать значительного оттаивания вечной мерзлоты. В этой статье была разработана трехмерная (3D) модель конечных элементов (КЭ) для изучения взаимодействия между подземными трубопроводами, температура в которых достигает 20° , и окружающей вечной мерзлотой.

Из-за тепла, выделяемого относительно теплым трубопроводом, окружающая вечная мерзлота может постепенно таять в течение многих лет эксплуатации и образовывать очаг оттаивания вечной мерзлоты. Обычно считается, что несущая способность грунта снижается в результате оттаивания, которое, в свою очередь, может (в результате веса грунта над ним) привести к чрезмерной деформации и напряжению в трубопроводе, приводящему к его повреждению и необратимым последствиям.

Взаимодействие между заглубленным трубопроводом и вечномерзлым грунтом моделируется в два этапа: сначала создается модель процесса теплопередачи, затем рассчитываются температурные изменения и возможные деформации в модель труба-грунт.

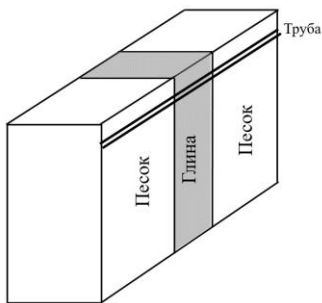


Рис. 1. Схематичное изображение модели

120 метров, диаметр трубы – 0,4 метра. Предполагается, что внутри трубы температура достигает 20°C . Верхняя поверхность почвы подвергается синусоидальному изменению температуры в диапазоне от -5°C до 5°C .

На рис. 1 показана геометрия модели, состоящей из двух внешних участков песка, разделенных внутренним участком глины, что приблизительно соответствует неоднородным свойствам грунта, которые часто встречаются на практике вдоль трубопровода. Труба находится под землей на 2,5 м ниже поверхности почвы, длина рассматриваемого участка

В данной модели мерзлый грунт моделируется гексаэдральными элементами первого порядка (С3D8R). Оттаявший грунт моделируется с помощью модифицированной модели пластичности Друкера-Прагера с использованием 8-узлового элемента - С3D8P.

На рисунке 2 демонстрируются температурные поля, которые образуются в начале эксплуатации трубопровода. После 20 лет эксплуатации образуются значительные деформации, представленные на рисунке 3. Видно, что деформации в глине превышают деформации в песке.

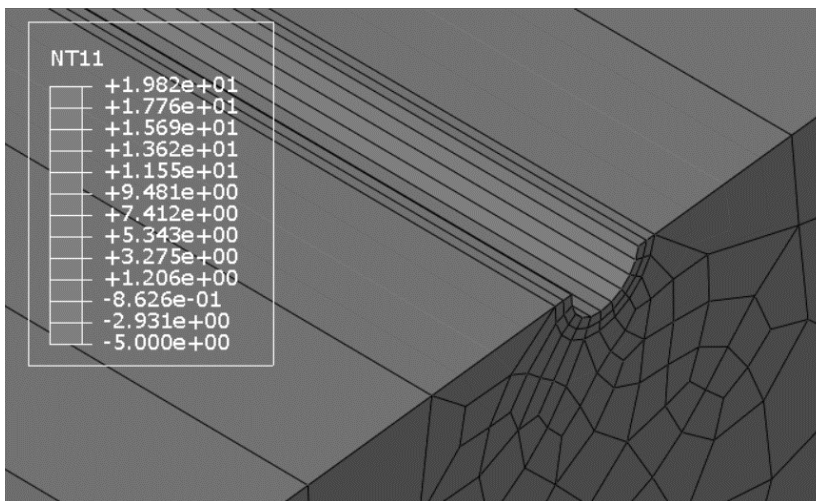


Рисунок 2. Температурные поля

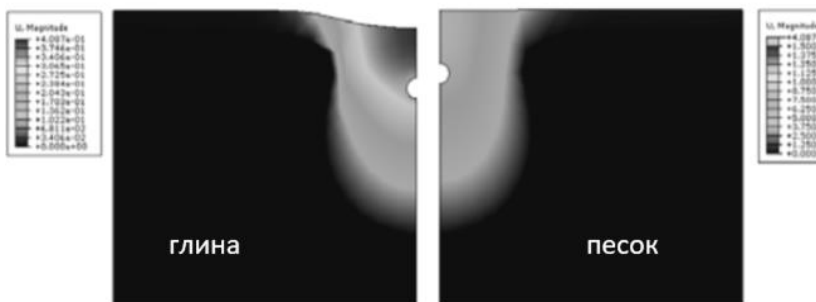


Рисунок 3. Деформации в грунте спустя 20 лет

Таким образом, оттаивание грунта под основанием трубопровода приводит к образованию деформаций изгиба в стенке трубы. Для безопасной эксплуатации труба должна быть спроектирована таким

образом, чтобы деформации не превышали предельной прочности трубы. Разработанная модель помогает оценить реальный размер деформаций в период эксплуатации и точно спрогнозировать возможные последствия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Волохов С.С., Никитин И.Н., Лавров Д.С.* Температурные деформации мерзлых грунтов при резком изменении температуры. Вестник московского университета. Серия 4. Геология. 2017; (2):с. 66-71. <https://doi.org/10.33623/0579-9406-2017-2-66-71>
2. *Вотяков И.Н., Гречищев С.Е.* О временном эффекте последействия температурных деформаций и напряжений в мерзлых грунтах // Строительство в районах Восточной Сибири и Крайнего Севера. Вып. 14. Красноярск, 1969.
3. *Достовалов Б.Н.* Общее мерзлотоведение // – М.: Изд-во МГУ, 1965. – 334 с/
4. *Федосов С.В., Алоян Р.М., Ибрагимов А.М., Гнедина Л.Ю., Аксаковская Л.Н.* Промерзание влажных грунтов оснований и фундаментов. // М.; Изд-во АСВ, 2005. -277 с.
5. *Цытович Н.А.* Принципы механики мерзлых грунтов. // Изд-во АН СССР, 1959.

СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ КИРПИЧНЫХ ПРОСТЕНКОВ, ОБЛАДАЮЩИХ НЕДОСТАТОЧНОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ

На сегодняшний день кирпич является главным строительным материалом наряду с металлом и железобетонном. Однако по сравнению с другими материалами кирпич выделяют несколько его свойств, таких как прочность, огнестойкость, трудоемкость при производстве строительных работ.

Так при низком качестве выполнения каменных работ (нарушении толщины швов, правил перевязки, отклонения от вертикали и т.д.) конструкция может существенно деформироваться, вплоть до полной потери несущей способности.

Возьмем в качестве примера здание, расположенное по адресу: г. Москва, ул. Нижегородская, д. 32, стр.3. В результате обследования предложенного здания были обнаружены многочисленные дефекты кирпичной кладки, существенно снижающие несущую способность. Данный факт в свою очередь подтвердился поверочными расчетами.

Для усиления наружных кирпичных стен здания были предложены несколько вариантов:

Для усиления «Г»-образных и «Т»-образных стыков стен предпочтительно использовать классическое решение, см. рисунок 1.

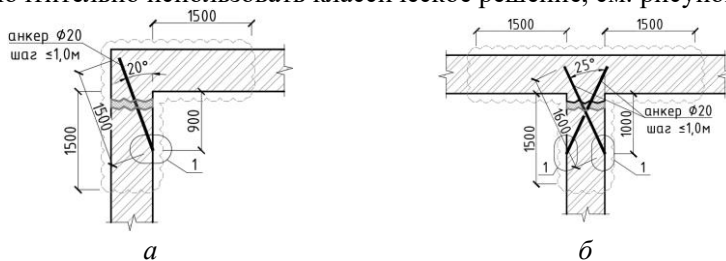


Рис. 1. Альтернативный вариант усиления кирпичных простенков:
а) усиление «Г» образных стыков стен,
б) усиление «Т» образных стыков стен

Изначально перед проведением анкеровки следует выполнить инъектирование каменной кладки на ширину ~1,5 м в стороны от угла. Существующие трещины при этом следует очистить от отслаивающихся фрагментов, грязи, пыли, герметизировать и заинъектировать. После набора прочности кладки следует пробурить отверстия, обеспылить

(продуть), заполнить составом, установить анкер. После набора прочности раствора следует выполнить предварительное напряжение анкеров с контролируемым моментом затяжки.

Альтернативным способом усиления кирпичных простенков служит устройство монолитных железобетонных и стальных сердечников в вырубленных нишах. Схема устройства сердечников представлена на рисунке 2.

Однако для рассматриваемого здания данный вариант технически сложно реализуем по причине необходимости вывешивания главной балки и частичного демонтажа существующих перегородок. Поэтому для данного здания предлагается вариант усиления кирпичного простенка в виде двух сердечников с разных сторон от перегородок (по одному с каждой стороны).

Также предлагается для усиления кирпичных стен использовать монолитные железобетонные рубашки, представленные на рисунке 3.

Однако данный вариант не уместен для исследуемого здания по причине большой стоимости и прямого влияния на архитектурно-строительный облик.

Еще один вариант приведения кирпичных стен в надлежащее состояние заключается не в их усилении, а в их разгрузке посредством передачи вертикальной нагрузки с главной балки сразу же на колонны, возведенные вдоль наружных стен. Схема такого варианта приведена ниже на рисунке 4. Для повышения общей жесткости здания с учетом выявленных повреждений предлагается выполнить монолитный ж/б обвязочный пояс.

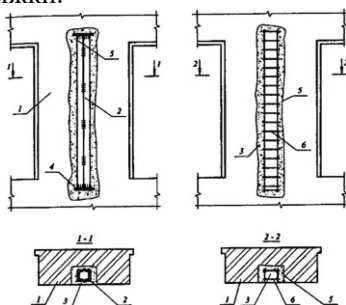


Рис. 2. Схема усиления простенка устройством несущего сердечника, где 1 – усиливаемый простенок, 2 – стальной сердечник, 3 – бетон класса В10-В15, 4 – опорные пластины, 5 – вырубленная вертикальная ниша, 6 – арматурный каркас.

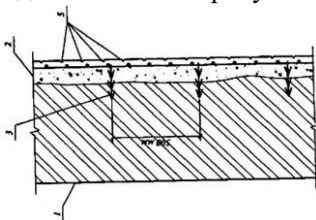


Рис. 3. Схема усиления простенков монолитными железобетонными рубашками, 1 – восстанавливаемый простенок, 2 – железобетонная рубашка, 3 – механические анкеры, 5 – арматурная сетка, приваренная к анкерам.

Данное техническое решение помимо повышения общей жесткости здания также позволит более равномерно перераспределять нагрузку от вышележащих конструкций и нивелировать неоднородность механических свойств каменной кладки стен. Безусловно, перед проведением работ следует максимально разгрузить конструкцию (снять нагрузку с перекрытия и вывесить его, исключить мощные динамические воздействия на стену и т.д.), сам пояс выполнять отдельными захватками.

Самый оптимальный вариант для усиления кирпичных простенков исследуемого здания является метод инъектирования. Посредством инъектирования возможно устранить основные дефекты, снижающие прочность кладки: пониженная прочность и жесткость раствора, отсутствие заполнения вертикальных швов и большая толщина горизонтальных швов при низкой прочности раствора. Сnivelировав данные дефекты и подняв марку раствора, по предварительным данным может отпасть необходимость в конструктивном усилении 3-го...5-го этажей, а останется усилить только 1-ый и 2-ой этажи.

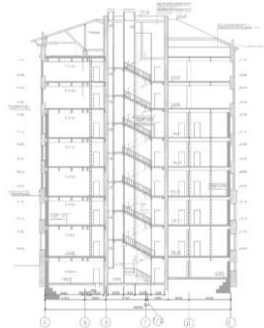


Рис. 4. Схема с передачей вертикальной нагрузки с главных балок на возведенные колонны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бедов А.И., Габитов А.И.* Проектирование, восстановление и усиление каменных и армокаменных конструкций. // М.: Издательство АСВ, 2017. 568 с.: ил.
2. *Бедов А.И., Сапрыкин В.Ф.* Обследование и реконструкция железобетонных и каменных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений: Учебное пособие // – М.: Изд-во АСВ. 1995 – 192 с. ил.
3. *Вильчик Н.П.* Архитектура зданий: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 303 с.
4. *Бедов А.И., Габитов А.И., Знаменский В.В.* Оценка технического состояния, восстановление и усиление оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений: Учебное пособие – М.: Издательство АСВ, 2017. - 924 с.
5. *Маклакова Т.Г., Нанасова С.М., Шарапенко В.Г., Балакина А.Е.* Архитектура: Учебник. – М.: Издательство АСВ, 2004 464 с.:

КАРКАСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ TIMBER FRAME

Timber frame - это вариант технологии строительства деревянного дома, является одним из самых распространенных на сегодняшний день. Деревянные дома, создаваемые по данной технологии, выполняются из бруса крупного сечения. Всю нагрузку конструкции несет мощный каркас такого здания.

В определенный момент времени, Timber frame стал наиболее распространен на территории Северной Америки и Канады [1]. Родственной технологией является фахверк. Но если в фахверке каркас виден с внешней стороны здания, то в Timber frame все элементы каркаса видны лишь в интерьере.



Рис.1. Пример выполнения дома в стиле Timber frame

Timber frame, как технология, открывает огромные возможности, которые не ограничены привычными рамками и стандартными ограничениями, то есть стиль здания может быть любым. Это позволяет реализовывать оригинальные задумки архитекторов, а также способствует созданию уникальных домов.

Для строительства в стиле Timber Frame, металлические крепления, гвозди не используются, что способствует отсутствию «некрасивых» элементов в деревянном каркасе, а также надежности и технически

верным креплениям. Но для тех, кто такой дом собирает, требуется наличие профессионализма высокого уровня и опыт в определенных навыках.

Данная технология обладает такими положительными качествами как:

- Во время строительства не требуются долгие технологические паузы;
- Конструкция жесткая и достаточно легкая;
- Высокая сейсмостойкость;
- Выполнение перепланировки осуществимо в процессе стройки и эксплуатации;
- Силовой каркас оборачивается снаружи ограждающими конструкциями (в основном используют сэндвич - панели), что позволяет изменять шаг стоек их внутреннего каркаса. Пожалуй, самое главное, заключается в появлении возможности сооружать утепленные ограждающие каркасные конструкции без мостиков холода.
- Изюминкой этой строительной технологии являются соединения деталей способом «в шип - гнездо», которые крепятся между собой посредством деревянных нагелей. При этом нагелем называется крепёжное изделие чаще в виде цилиндрического стержня с фасками или закругленными концами.
- Вышеупомянутое соединение обеспечивает довольно прочное, жесткое и, что не менее важно, аккуратное сплачивание. При выборе такого соединения учитывают прежде всего характер, величину нагрузки и как оно будет сопротивляться нагрузке. Вдобавок шиповое соединение обязательно должно быть выполнено качественно, так как от этого зависит надежность самой конструкции и эстетический вид внутренних помещений.
- Для создания каркасов, в основном, используют хвойные породы: сосна, ель, лиственница, кедр. Нагели изготавливают из более твердых пород деревьев: бук, дуб, ясень, береза, клен, акация.
- Если говорить о скрытых металлических соединениях, то в массивных конструкциях такие соединения имеют преимущество в качестве невидимости самих компонентов, поскольку элементы, работающие на стягивание конструкций, скрываются от взора человека в пазах древесины. Осуществляется это путем просверливания канала. Внутрь вставляется шпилька. С одной стороны стержень выходит наружу. К нему привинчивают гайку. Подтягивают пластину, скрытую в пазе, благодаря вращению гайки со шпилькой.

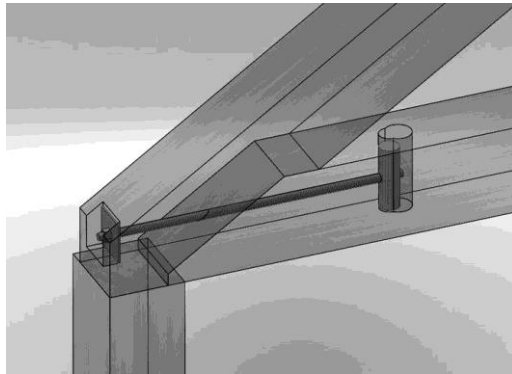


Рис.2. Скрытое металлическое соединение

Подобное соединение благополучно справляется в таких соединениях, в которых либо нет усилий, либо действуют растягивающие, сжимающие или сдвигающие силы.

Болты, стержни и винты – это изделия, которые чаще всего используются в качестве стальных связей. Они могут входить в состав как стяжных соединений, так и растянутых или изгибаемых. Это зависит от характера работы той или иной связи.

Для развития технологии Timber frame в программных комплексах следует делать расчеты соединений деревянных конструкций, так как Timber frame может развиваться и с металлическими скрытыми системами. Если в конструкции имеются деревянные элементы, работающие на растяжение, то их следует заменить на металлические.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Стюарт Эллиотт, Евгения Валлас.* Книга по деревянному каркасу. Изд. «Алан С. Худ и компания» США, 1 января 1997 г.
2. *Уилл Бимер.* Каркасные дома своими руками, пер. с англ. Ю. Сулова. Изд. «АСТ: Кладезь», Москва, 2019 г.
3. *Питер Росс Alderham farmhouse* - демонтаж и повторное возведение деревянного каркаса// Обследование конструкций. 1991. Т. 9. № 4.
4. *Максимов П.В, Волков А.И.* Расчет каркасных деревянных конструкций с применением мк// Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. 2012. № 1. С. 73-92.
5. *Манукянц А.Х.* Оценка конструктивных решений многоэтажного каркасного здания// Труды СКГМИ (ГТУ). 2016. № 23. С. 163-165.

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Пространственные деревянные конструкции это такие конструкции, в которых все элементы работают совместно. И при выходе из строя одного элемента сразу же включаются в работу соседние. Пространственные конструкции менее материалоемки по сравнению с плоскостными тех же пролетов и с той же несущей способностью. Рассматриваемые конструкции, например оболочки, могут одновременно выполнять ограждающие и несущие функции.

По сравнению с плоскостными конструкциями главными достоинствами пространственных деревянных конструкций являются:

- сниженная материалоемкость, осуществленная за счет включения в работу всех элементов конструкции;
- повышенная надежность, после выхода из строя отдельных элементов нагрузка перераспределяется на соседние и мгновенного разрушения не происходит;
- увеличение используемого внутреннего объема здания;
- широкие возможности для архитекторов и конструкторов при проектировании.

К недостаткам вышеописанных конструкций можно отнести:

- трудоемкость и сложность монтажа;
- необходимость устройства строительных лесов, использование монтажных башен.

Пространственные деревянные конструкции используют для строительства общественных, производственных зданий с большими пролетами и сложной архитектурой. Такие как: аквапарки, цирки, бассейны, рынки, выставочные павильоны, спортзалы, склады для веществ с агрессивной средой.

Первыми пространственными конструкциями можно считать шатровые покрытия и купола церквей. Но выполнены они были из цельной древесины ограниченной длины с металлическими связями. Современные здания строят с использованием клееной древесины, армированных конструкций или из древесины Ассоуа. Тогда это были купольные дощато-гвоздевые покрытия, тонкостенные деревянные купола для промышленных зданий [1].

Что касается современного опыта строительства, сегодня за рубежом пространственные деревянные конструкции все чаще применяют в качестве выставочных центров, различных арт-объектов, спортивных

сооружений и даже для строительства многоквартирных жилых домов. Примером тому могут послужить такие сооружения, как Центр Помпиду-Мец во Франции, Зонтик Метрополь (Metropol Parasol) в Испании, католическая церковь с фрактальным лесом внутри в Японии, Картонный собор в Новой Зеландии. Покрытиями для подобных сооружений могут служить светопрозрачные материалы (текстиль), которые пропускают свет, но не воду. Между собой данные конструкции соединяются металлическими или деревянными элементами [3]. Развитие пространственных деревянных конструкций открывает новые возможности для реализации самых смелых идей архитекторов. На рис. 1 представлены наиболее яркие примеры современных пространственных деревянных конструкций, построенных за рубежом.

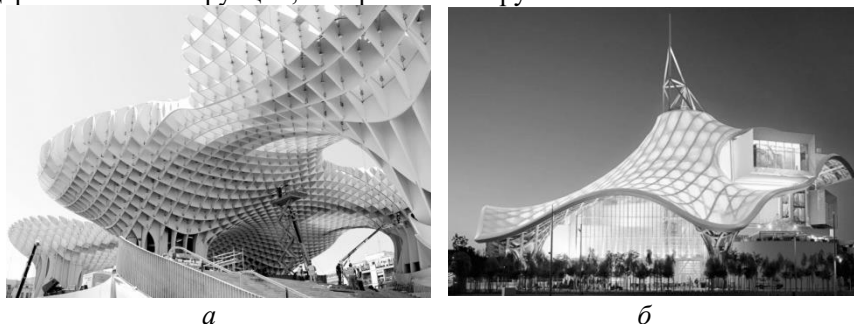


Рис. 1. Пространственные деревянные конструкции:
а) Зонтик Метрополь в Испании,
б) Центр Помпиду-Мец во Франции

В России пространственные деревянные конструкции применяются, как правило, в более крупных и масштабных сооружениях (спортивные залы, стадионы, аквапарки). Примерами подобных сооружений являются аквапарк «Питерлэнд» в Санкт-Петербурге, Дворец водных видов спорта в Казани, стадион «Енисей» в Красноярске, теннисные корты в виде кружально-сетчатых сводов [5].

К сожалению, одной из причин подобной «непопулярности» строительства данных сооружений в других областях (административные здания, объекты искусства) является неразвитость нормативных требований по пожарной безопасности деревянных конструкций в России, которые сейчас разрабатываются научно-исследовательскими центрами и институтами [4]. Но на данный момент эта проблема не решена и древесина (любая) является пожароопасным материалом. Также, ввиду размеров и масштабов проектов пространственного деревянного строительства, возведение подобных

зданий отличается повышенной трудоемкостью и сложностью монтажа отдельных конструкций, что требует высокой квалификации рабочих.

Стоит отметить, что на данный момент нет специально разработанных программных комплексов, в которых можно было бы производить подробные и точные расчеты, подбор деревянных пространственных конструкций, что усложняет и увеличивает время и трудоемкость расчетов на прочность подобных сооружений [2].

В заключение стоит сказать, что пространственное деревянное строительство стоит развивать ввиду надежности работы подобных конструкций, их архитектурной выразительности и легкости по сравнению с металлическими и железобетонными конструкциями. Но для этого нужно также развивать и смежные сферы, тесно связанные с проектированием, строительством и эксплуатацией подобных сооружений (пожарная безопасность, разработка расчетных комплексов и т.д.)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кривошапко С.Н., Пятикрестовский К.П.* Из истории строительства деревянных оболочек и их возможности в настоящем и будущем// Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2014. №1. – С. 3-18.

2. *Пятикрестовский К.П.* Силовое сопротивление пространственных деревянных конструкций при кратковременных и длительных нагрузках// ОАО «НИЦ» Строительство» Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций им. В.А.Кучеренко. 2011.

3. *Клюкин А.А., Пятикрестовский К.П.* Покрытие-оболочка с ребрами из цельнодеревянных элементов составного сечения// Вестник Иркутского Государственного Технического Университета. 2015. №1 (96). – С. 103-106.

4. *Погорельцев А.А., Пятикрестовский К.П.* Дальнейшее развитие и совершенствование норм проектирования конструкций из древесины// Промышленное и гражданское строительство. 2019. №3. – С. 35-41.

5. *Малыхина В.С., Денисов А.Н.* Современное деревянное строительство// Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г.Шухова. 2017. №5. – С. 30-36.

ДЕРЕВЯННЫЕ МОСТЫ. ОПЫТ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.

Ни для кого не секрет, что древесина считается одним из самых ранних строительных материалов, используемых для создания мостов. Важными качествами древесины прежде всего являются: высокая прочность (относительно объемного веса), относительно небольшие трудозатраты при изготовлении деревянных конструкций, их сборке и монтаже. Благодаря своим механическим, теплотехническим, эстетическим и экологическим свойствам этому материалу нет равных. Дерево - это единственный материал, который не оказывает вредного воздействия на окружающую среду, полностью перерабатывается и является возобновляемым.

В темные века, задолго до возникновения норм проектирования и методик расчетов, прототипом моста могло быть обычное бревно, переброшенное на другой берег ручья или через овраг. Необходимостью данных сооружений, являлось преодоление человеком препятствий на его пути.

В России активное развитие строительства деревянных мостов приходится на годы Второй Мировой войны. К 1960 году на автодорогах России каждый четвертый мост был деревянным.

В настоящее время в нашей стране предпочтительнее строительство мостов из железобетона и металла. Возможной причиной того является техническая политика 50х годов, которая была направлена в основном на сборный железобетон. Ввиду этого применение клееных деревянных конструкций ушло на второй план. На сегодняшний день Отечественное деревянное мостостроение от Западного отстает на несколько десятков лет.

Выбранный тип или схема моста обычно зависит от экономических и технических возможностей, а так же вида препятствия. Классифицируют деревянные мосты по определенным признакам: по материалу, виду, назначению и т. д. Материалом служат хвойные и лиственные породы.

Влажность древесины должна быть не более 25% (полусухая древесина) [1]. Влажность древесины пиломатериалов не должна превышать 20%. Для дощатых ферм, а также мелких деталей соединений (подушек, шпонок, колодок и др.) следует применять лес с влажностью не более 15% (воздушно-сухая древесина).

В период с конца 90х начала 2000х годов в Москве активно развивалось строительство мостов с применением дерева. Возможная

причина тому была поездка Юрия Лужкова-действующего тогда мэра Москвы, в Швейцарию [2]. Вслед за этим, в 1999 году, были построены два пешеходный деревянных моста из клееной древесины. Они соединяют две стороны автострады в начале и конце парковой зоны «Лосиный Остров», между Ярославским и Щелковским шоссе на 97-м и 120-м км.

Классификация деревянных мостов по статическим схемам (рис.1).

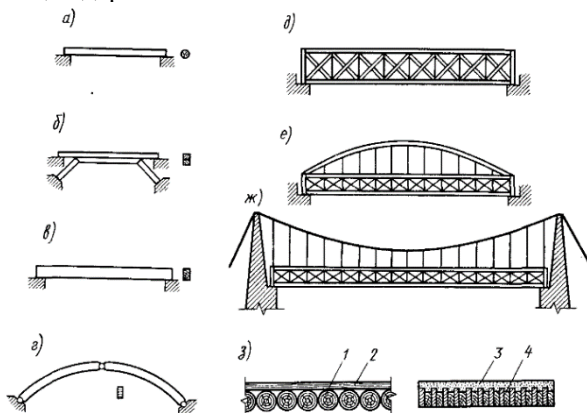


Рис.1. Деревянные мосты:

а - балочный; б - подносный; в - клеедеревянный балочный; г - клеедеревянный арочный; д - из ферм; е - совмещенный балочно-арочный; ж - совмещенный вантово-балочный; з-настилы; 1 - накат; 2 - доски; 3- деревоплита; 4 – асфальтобетон



Рис.2 Висячий четырехпролетный мост через МКАД.



Рис.3 Пешеходный мост «Лосиный остров» сайт

Россия-страна с богатой природой, и казалось бы, деревянное мостостроение должно только процветать, но на данный момент объемы

строительства мостов и путепроводов на столько малы, что за последние несколько лет крупных объектов практически нет.

К 2016 году каждый девятый мост в нашей стране был деревянный [3]. За последние пятнадцать лет общая протяженность деревянных мостов сократилась примерно на 25-30%.

По последним известным официальным исследованиям Минтранса, состояние 20% мостов в нашей стране оценивалось как «хорошее». 19% от всех мостов в то время находились в неудовлетворительном состоянии, аварийным был признан 1%, и к 2021г. положение дел лишь ухудшилось. Произошло множество обрушений старых конструкций, которые не получали должного ремонта и замены основных несущих элементов.

Возможные причины «кризиса» деревянного мостостроения в России:

В нашей стране мало проектных институтов, которые специализируются на деревянном мостостроении. Основные из них в таких городах, как Москва-лаборатория деревянных конструкций (ЦНИИСК) имени В. А. Кучеренко, Санкт-Петербург, Новосибирск.

2. Основная часть материалов закупается у зарубежных поставщиков.

3. Мало нормативной базы по проектированию деревянных мостов.

4. Профессия плотник-монтажник теряет актуальность, в сравнении с такими профессиями, как: бетонщик, арматурщик, каменщик.

5. Природные условия нашей страны.

6. Преобладание конструктивных особенностей над архитектурными формами. (в зарубежных странах вышли на тот уровень, когда в приоритетах помимо конструктивных свойств – экологические и эстетические).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 46.13330.2012 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 3.06.04-91 (с Изменениями N 1, 3, 4)

2. *Шепотило М.* Ренессанс деревянных мостов. // Журнал ЛесПромИнформ №4 (102)-2014 г. С.26-33

3. *Жолобова М.* ГАЗЕТА № 089 (2345) (2505// ОБЩЕСТВО- 2016г.

4. *Уткин В.А., Кобзев П.Н.* Автодорожные деревянные мосты нового поколения // М-во образования РФ, Сиб. гос. автомоб.-дорож. акад. (СибАДИ). Омск, 2004. (Науч. изд.).

5. *Шелепов В.В., Новиков А.Н.* Конструкция и расчёт деревянных мостов // Учебное пособие для студентов специальности 250301 "Лесоинженерное дело".

АРМИРОВАННЫЕ ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

В современном строительстве с применением деревянных несущих элементов актуальным вопросом является повышение надежности и долговечности конструкций. Не менее важным является снижение материалоемкости, усовершенствование форм применяемых сечений. Одним из способов решения этих вопросов является армирование деревянных конструкций.

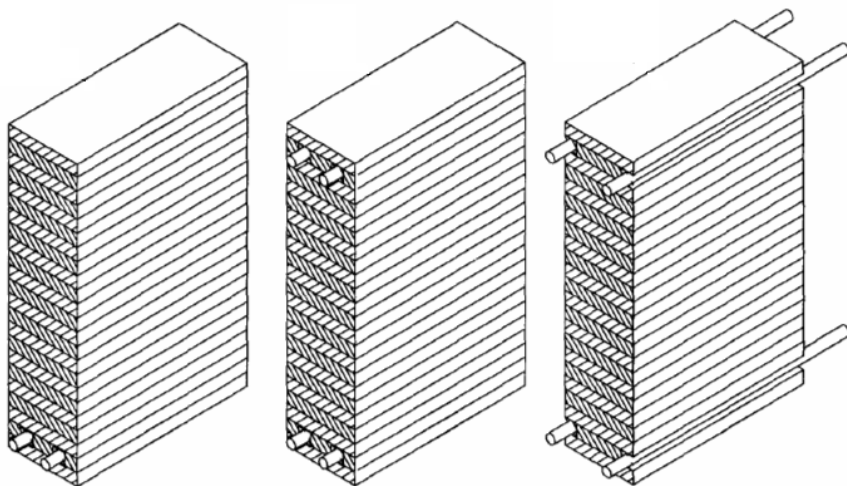


Рис.1. Армированные клеодошчатые балки

У стандартных пиломатериалов есть ограничение по сортаменту, поэтому для перекрытия больших пролетов необходимо использование клееных конструкций. Клеодошчатые несущие элементы, особенно сконструированные без эксцентриситета могут иметь большие поперечные размеры. Это может сказываться на высоту всего покрытия, а так же на снижение общей устойчивости элемента. Для уменьшения сечения КДК можно использовать армирование.

Первые попытки создать армированные деревянные конструкции были предприняты еще в 1926 г. А. Фишером. По его мнению, стальные стержни нужно было укладывать в пазы а потом заливать специальным клеящим составом. Но проекты такого типа не были осуществлены, т.к. на тот момент времени не существовало надежных связующих составов.

Дальнейшие исследования армирования древесины привели инженеров к использованию механических связей между сталью и деревом. А. Л. Монасевич испытывал цельнодеревянные балки со стальной полосой, закрепленной штампованными зубьями в растянутой зоне. Сконструированные балки показали более высокие результаты по сравнению с неармированными того же сечения. Решение такого армирования нашло дальнейшее применение при усилении деревянных конструкций. Данный метод позволял делать армирование только в растянутой зоне, но наиболее эффективным является двойное армирование деревянных конструкций. Такое решение в 1944 г. предложил Х. Гранхольм[1]. По его замыслу необходимо было применять металлические стержни с кольцами по всей длине. Все это так называемые механические связи, они все еще имели некую податливость. Для создания стабильного и прочного соединения стали с древесиной при дальнейшем развитии промышленности были применены синтетические клеевые составы. Это помогло созданию более технологичных конструкций, узлов и соединений. Позволило проектировать сборные деревянные конструкции.

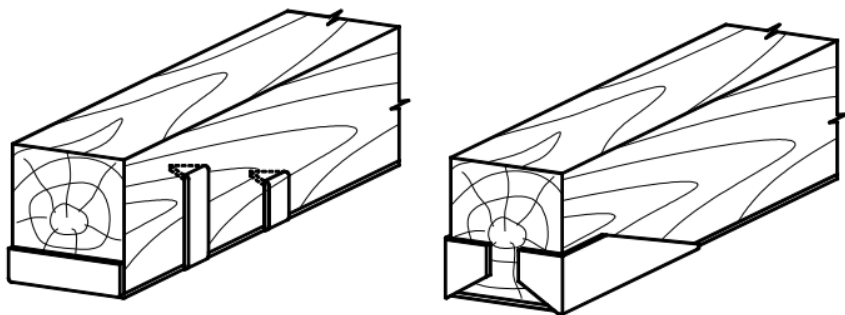


Рис.2. Цельнодеревянные балки с усиленной растянутой зоной.

В современных конструкциях в качестве армирующих материалов можно использовать как металлические стержни, так и элементы на основе композитных материалов. Армирование ДК композитами применяется в основном в оборонном комплексе для создания радиопрозрачных сооружений. Наибольшее распространение получила стальная арматура.

Армирование можно использовать как при изготовлении конструкций, так и при усилении уже существующих. Наилучший результат дают предварительно напряженные элементы [2]. Для создания преднапряжения, например в обычной балке Нужно выгнуть ее

против предполагаемой нагрузки на 1/200 пролета, заложить в технологические пропилы арматуру, залить связующее вещество. После схватывания получим преднапряженную балку. Для увеличения скорости изготовления и для упрощения производства преднапряжение можно не выполнять.

Для дальнейшего развития армированных деревянных конструкций нужно усовершенствовать методики расчета в программных комплексах, изучать совместное действие армирующих элементов и древесины. Необходимо совершенствовать и расширять нормы проектирования по клеевым соединениям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Щуко В.Ю., Рощина С.И.* Щ94 Клееные армированные деревянные конструкции: Учеб пособие // Владим. гос. Ун-т. Владимир, 2007. 68с.

2. *Шмидт А.Б. Дмитриев П.А.* Атлас строительных конструкций из клееной древесины и водостойкой фанеры // Издательство Ассоциации строительных вузов. Москва. 2002г. 292с

3. *Евстигнеева В.М., Лазарев А.Л., Полторацкий Д.М.* Анализ методов расчета клееных армированных деревянных конструкций // Сборник по результатам конференции Строительные конструкции: состояние и перспективы развития. Саранск, 06–07 марта 2019г. С.36-39.

4. *Рощина С.И., Ретин В.А., Лукин М.В.* Повышение надежности несущих армированных деревянных конструкций // Журнал Деревообрабатывающая промышленность, №2, 2008г. С.11-13.

5. *Енютина М.К.* Особенности применения армированных деревянных конструкций. // В сборнике: Наука молодых - будущее России. 2019. С. 142-145.

СОХРАНЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КАРКАСА ПАВИЛЬОНА НИЖЕГОРОДСКОЙ ВЫСТАВКИ 1896 Г. КАК ИСТОРИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ РОССИЙСКИХ ИНЖЕНЕРОВ

Металлические конструкции, появившиеся на Стрелке в Нижнем Новгороде, – одни из наиболее примечательных и значимых объектов данной территории. Ажурные каркасы более чем столетней давности, ровесники Эйфелевой башни, «прожили» две совершенно различные по назначению жизни и в настоящее время обретают еще одну. В конце 19 века эти металлические конструкции, произведенные на заводе в Санкт-Петербурге, служили каркасами павильона Главного здания на 15-ой Всероссийской художественной и промышленной выставки 1882 года в Москве. Окончательные чертежи разработали архитектор А.И. Резанов, конструкторы Г.Е. Паукер, И.А. Вишнеградский, а руководили процессом возведения А.Г. Вебер и А.С. Каминский [1, 6].



Рис.1. Главный павильон
выставки 1882 года



Рис.2. Главный павильон
выставки 1896 года

По окончании московской выставки комплекс из восьми павильонов был разобран, чтобы вновь стать центральным зданием 16-ой Всероссийской художественной и промышленной выставки 1896 года в Нижнем Новгороде, принесшей в свое время столице Приволжья широкую известность. Именно тогда В.Г. Шухов впервые представил миру сетчатые оболочки и гиперболоидные конструкции [2, 3].

Использование металлического каркаса с предыдущей выставки помогло значительно сократить расходы, несмотря на то что при переборке здания было утрачено до 2% металлического материала, а также значительные траты повлекла необходимость возведения нового фундамента и замена старых кровельных связей. Павильон Главного здания состоял из восьми радиальных корпусов, каждый из которых в поперечном сечении представлял симметричное трехнефное строение с повышенным центральным (16,9 м) и пониженными боковыми (8,22 м) нефами. Длина нефов варьировалась от 4 пролетов (в семи рядовых

павильонах) до 5 (павильоне мануфактурного отдела). Каждый пролет шириной 15 м на боковых фасадах был выявлен фронтонами [1, 4].

Все павильоны были сборно-разборными и по окончании нижегородской выставки вновь были демонтированы и распроданы по частям. Фрагменты металлического каркаса Главного здания были перевезены на территорию пристаней на Стрелке. Там они служили опорами пакгаузов и были обнесены кирпичной стеной. Изначально на их основе было возведено четыре склада, к 1943 году сохранились два строения, однако в начале 60-х и они были частично демонтированы [6].

В 2017 году грузовой порт подлежал ликвидации, исторические склады планировалось снести, однако было решено разобрать лишь кирпичные стены строений, оставив несущий каркас без консервации. Данное решение породило множество вопросов, касающихся безопасности эксплуатации этих конструкций ввиду возможных потерь несущей способности. Однако серьезных повреждений не было выявлено, поскольку кирпичная стена на протяжении почти ста лет защищала металл от неблагоприятных внешних воздействий.

До наших дней сохранились лишь два из восьми павильонов Главного здания выставки. Каждое строение имеет асимметричную двухчастную структуру (один из боковых нефов был утрачен, некогда павильон мануфактурного отдела был сокращен на один пролет). Сам металлический каркас состоит из уголков на заклепочных соединениях, широко распространенных в строительстве по второй половине 19-го века [5].

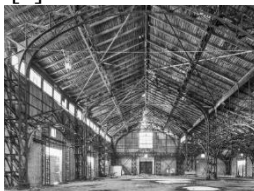


Рис.3. Интерьер пакгаузов



Рис.4. Современный вид сооружения



Рис.5. Основные объекты на Стрелке

Сейчас споры о дальнейшей судьбе ажурных конструкций на Стрелке продолжаются. Кроме вопросов, касающихся монтажа и обслуживания, возникает вопрос о функции данного сооружения, поскольку оно претендует на роль доминанты на этом участке. На Стрелке также расположены два крупных объекта: собор Александра Невского (1881 г.) и футбольный стадион (2018 г.). Комплекс с металлическими конструкциями независимо от их функции уравновесит пространственную композицию, сформировав окончательный облик территории.

Можно выделить два основных пути включения рассматриваемых металлических конструкций в современную застройку.

Первый предполагает возвращение металлических каркасов к их изначальному предназначению. Спроектированный в 19 веке павильон и в наши дни может выполнять роль общественного здания, в котором может быть организован выставочный зал как с постоянной экспозицией (история волжского судоходства, например), так и с временными выставками. Следует отметить, что свето-прозрачных ограждений будет недостаточно для эксплуатации сооружения в качестве полноценного общественного здания. Обеспечение несущей способности возможно при установке дополнительных поперечных рам, что увеличит стоимость монтажных работ, но позволит зданию функционировать как при сезонном использовании, так и при эксплуатации круглый год.

Второй вариант решения поставленной задачи направлен на рассмотрение металлических конструкций как автономного памятника архитектуры. Стальное кружево как творение инженерной мысли само по себе представляет архитектурную, художественную, историческую ценность. Основная задача – организация прилегающей территории таким образом, чтобы каркас стал композиционным центром. Потенциальный экспонат, находясь под открытым небом, также будет нуждаться в усилении несущих конструкций и защите от коррозии. Но необходима установка дополнительных креплений и связей таким образом, чтобы они визуально не «утяжеляли» основную конструкцию, сохраняя ее воздушность. Такая инсталляция не будет нуждаться в ограждающих конструкциях стен и кровли.

Переосмысление роли и функции исторических металлических конструкций в современной застройке – основная задача, которую необходимо решить для сохранения этого уникального памятника архитектуры и инженерного искусства в его первоначальном облике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Виноградова Т.П.* Глазами очевидца. Всероссийская промышленная и художественная выставка 1896 года. – Изд. Кварц, 2016 г.
2. Шухов В. Г. (1853 – 1939). Искусство конструкции: Пер. с нем / Под ред. Р. Грефе, М. Гапоева, О. Перчи. — М.: Мир, 1995.—192 с.
3. *М. Горький.* С всероссийской выставки. Впечатления, наблюдения, наброски, сцены и т.д. // Газета «Одесские новости», 1896.
4. Проекты зданий Всероссийской выставки в Нижнем Новгороде / Проекты казенных зданий и частных павильонов. С.-Петербург, 1897.
5. Металлические конструкции / Под общ. ред. Н.С. Стрелецкого - М.: Госстройиздат, - 1961. - 776 с.

СТВОЛЬНАЯ СИСТЕМА МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ С ПОДВЕСНЫМИ И КОНСОЛЬНЫМИ ЭТАЖАМИ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Среди ствольных систем многоэтажного здания наиболее примечательными являются конструктивные решения с подвесными и консольными этажами ввиду того факта, что нижняя часть ствола может быть полностью открытой, из-за чего здание приобретает древовидную форму. Такой необычный внешний вид вызывает вопрос о целесообразности его проектирования и размещения в городской застройке.

Отставив архитектурную сторону ствольных многоэтажек, сравним эти две системы креплений этажей. Консольная платформа здания с консольными этажами устанавливается на уровне нижних этажей и на нее устанавливаются стойки каркаса, воспринимающие сжатие. А в зданиях с подвесными этажами платформа устраивается в уровне верхних этажей и к ней прикрепляются подвески перекрытий, воспринимающие растяжение [1]. Сами платформы, и в том, и в другом случае работают как консоли, размещенные по периметру ствола здания. В системах с подвесными этажами каркасы обладают меньшей деформативностью, что эквивалентно повышению их жесткости.

Ствольные системы с консольными этажами нуждаются в более развитых сечениях стоек для уменьшения их гибкости и повышения устойчивости. А сами консольные платформы нуждаются в мощных балках, что приводит к большому расходу материала при увеличении вылета [2]. Таким образом, существует ограничение на размеры перекрытия и часто такие здания имеют небольшие размеры, хотя продольные силы в стволе малы по сравнению с системами с подвесными этажами. Реальным примером такого здания



Рис.1. Башня «Астра Хаус»

являлась башня «Астра Хаус» в Гамбурге, которую снесли по многочисленным просьбам из-за кажущейся небезопасности этой конструкции.

На деле же всё совсем не так, и конструкции с таким внешним видом могут быть более устойчивыми, чем привычные нам типы многоэтажных зданий. Убедиться в этом можно изучив ствольные конструкции с подвесными этажами. Оказывается, что это один из способов повышения сейсмостойкости здания.

Эта тема начала развиваться начиная с 60-х годов 20-го века. В Лондоне было построено здание Башни «P&O» с подвесными системами высотой около 60 м. Ствол был выполнен из лёгкого железобетона, а конструкции этажей из металла, стали было использовано около 900 тонн [3]. Делать большую этажность было нельзя, равно как и применять сталь более высокой прочности, так как подвески под действием нагрузок уже имели предельные значения деформаций. Со временем здание было демонтировано.

В СССР подвесные здания начали изучаться с 70-х годов. И.Л. Корчинский, исследуя проблему сейсмостойкости



Рис.2. Башня «P&O»

зданий, придумал и запатентовал решение с подвесными этажами на двух стволах жёсткости [4]. Затем Г.Ш. Чануквадзе развил [5] эту идею и предложил использовать преднапряжённые подвески, а также связи в нижней части зданий для предотвращения резонанса при землетрясении. Тем не менее, исследование подвесных зданий прекратилось на несколько десятилетий из-за невозможности их протестировать. Однако после развития вычислительной техники и появления расчётных программ выдалась возможность воссоздать и проанализировать эти модели. Выяснилось, что у зданий с подвесными этажами в несколько раз больший период колебаний, чем у остальных типов зданий, из чего следует, что в таком случае сейсмическая нагрузка на здание будет меньше [6].

Ствольное здание будет иметь преимущество из-за минимизации площади застройки, что можно использовать для устройства рекреационной зоны, при этом можно строить здание на подрабатываемых территориях. А использование подвесных конструкций даёт полную свободу в плане геометрических форм здания, учитывая разнообразие вариантов сечения стволов, их количества и разбивку этажей на группы.

Однако в ствольных системах с подвесными этажами есть и свои недостатки: высокий расход стали, низкая огнестойкость, а также низкая коррозионная стойкость открытых металлических конструкций по сравнению с железобетоном.

Ствольные подвесные системы зачастую возводят, совмещая металлические и железобетонные конструкции. Так, ствол во многих случаях делают из железобетона, хотя он также может быть из стальных пространственных ферм, либо из групп колонн, соединенных между собой, если стволов несколько.

Подвески, воспринимающие растяжение, выполняют из круглой стали, канатов, листовой стали прокатных профилей. Они располагаются по контуру здания и передают нагрузку на консольную платформу вверху здания, которая может быть выполнена из ферм или сплошных прокатных профилей. Далее все нагрузки воспринимает ствол, передавая их

на фундамент. Перекрытия между этажами выполняют из главных и второстепенных балок, опирающихся на ствол и подвески. По балкам устраивается тонкая железобетонная плита или профилированный настил из металла. Примером подвесной системы, выполненного полностью из металла, может каркас здания в Гонконге (рис.3).

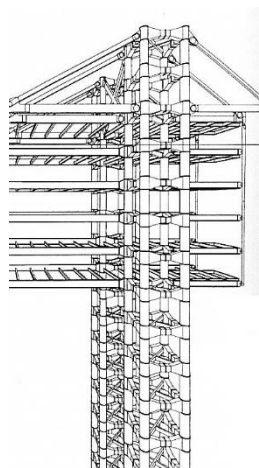


Рис.3 Каркас здания в Гонконге

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ю.И. Кудишин, Е.И. Беленя, В.С. Игнатъева и др.* Металлические конструкции / Под ред. Ю.И. Кудишина. – М.: Изд. центр «Академия», 2011 – 688 с.
2. *Шуллер В.* Конструкции высотных зданий / Пер. с англ. Л.Ш. Килимник, ред. Г.А. Казина. М: Стройиздат, 1979 – 248 с.
3. Design of two buildings with suspended structures, URL: <http://www.newsteelconstruction.com/wp/design-of-two-buildings-with-suspended-structures>, (Дата обращения: 18.02.2021)
4. *Корчинский И.Л., Гриль А.А., Чернявский И.З., Попов И.В., Каплан В.Е., Фридбург В.И.* Подвесное здание. А.с. СССР № 477227. 1975.
5. *Чануквадзе Г.Ш., Марджанишвили М.А., Микабадзе Ю.Г.* Многоэтажное сейсмостойкое здание с подвешенными этажами. А.с. СССР № 791871. 1980.

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЯХ

Зарубежным опытом доказано, что деревянное многоэтажное строительство, в частности из CLT-панелей, более экологичное, энергоэффективное, быстрое и экономичное в отличие от железобетона и стали. А также не уступает им в долговечности, прочности, огнестойкости и сейсмоустойчивости. Деревянные несущие конструкции активно используются при возведении зданий, высотой от 9 этажей, в Европе, Канаде и Австралии [2,3,4,5].

Однако климатические условия стран, воплотивших в жизнь деревянные многоэтажные здания, достаточно сильно разнятся с большинством регионов России. Поэтому было решено, на начальных этапах работы, проверить возможность использования дерева в несущих конструкциях многоэтажек в местах со щадящей климатической обстановкой, как например в г.Воронеже.

В ходе проделанной работы была рассчитана обобщенная модель 8-этажного каркасного здания с несущими ригелями и колоннами из клееного бруса. Конструктивная схема здания – каркасно-ствольная с перекрестным расположением ригелей. Сетка колонн принята квадратной, сечением 0,4х0,4 м. Ригели – 0,56х0,20 м. Для усиления жесткости и устойчивости здания было принято установить ядро жесткости в центральных осях, выполненное из CLT-панелей с шириной панели 215 мм. Фундаментная плита и наружные стены подвального этажа выполнены из железобетона.

Габариты рассчитываемого каркаса в осях составляют: 26,0х26,0м., высота - 35,6м. Соединение колонн и ригелей – шарнирное. Распределенная нагрузка с каркаса передается на железобетонную фундаментную плиту. Клееные колонны и фундаментная плита соединены шарнирно, крепление ядра жесткости с фундаментом жесткое. Расчетная схема показана на рис. 1.

Комбинация загружений состоит из собственного веса, постоянной, снеговой

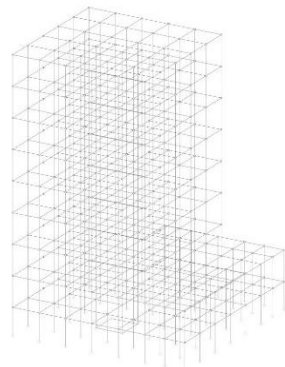


Рис. 1. Расчетная схема

ветровой и полезной нагрузок. Расчетная постоянная нагрузка на перекрытие составила $2,13 \text{ кН/м}^2$, на покрытие – $2,80 \text{ кН/м}^2$. Полезная нагрузка для общественных зданий – $2,4 \text{ кН/м}^2$, расчетная снеговая нагрузка равна $1,75 \text{ кН/м}^2$. Ветровая нагрузка была рассчитана в ПК SCAD Вест. В результате статического расчета были получены значения усилий в элементах каркаса, показанные на рис. 2, 3.

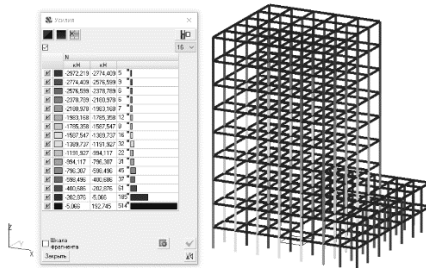


Рис. 2. Отображение величины продольной силы N

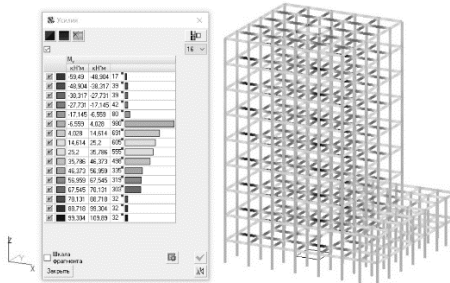


Рис. 3. Отображение величины изгибающего момента M_x

Суммарное перемещение каркаса $76,68 \text{ мм}$, представленное на рис. 4, от действия комбинации нагрузок было проверено на допустимое, 178 мм [1].

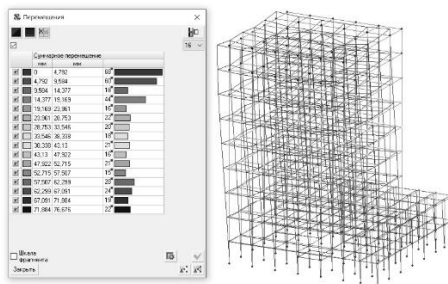


Рис. 4. Суммарное перемещение от комбинации нагрузок

Для экспертизы сечения колонн используется элемент с наибольшим значением продольной силы N . Колонна принята из сосны, 1 сорта с плотностью $0,52 \text{ т/м}^3$, высотой 3,6 м, сечением $0,55 \times 0,55 \text{ м}$. По результату экспертизы коэффициент использования равен $0,817$ – прочность при совместном действии растягивающей продольной силы и изгибающего момента M_y . Коэффициент использования не превышает единицу, следовательно величина действующих напряжений меньше предельно допустимых. Также при коэффициенте использования $0,817$ был принят запас по прочности на случай несовершенств древесины.

Для экспертизы сечения ригелей используется элемент с наихудшим значением изгибающего момента. Ригель принят из сосны 1 сорта с плотностью $0,52 \text{ т/м}^3$, длиной 4,0 м, сечением $0,56 \times 0,2 \text{ м}$. В итоге коэффициент использования равен $0,87$. Коэффициенты использования не превышают единицы, следовательно величина действующих напряжений меньше предельно допустимых.

Таким образом расчет показал, что конструкция каркаса обеспечивает необходимую жесткость и устойчивость, перемещения узлов и элементов не превышают предельных. Применение деревянных несущих конструкций в проектировании многоэтажных зданий возможно с учетом детального рассмотрения климатических особенностей страны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменением N 1) – Введ. 2017-06-04. – М.: 2017. – 125 с.

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

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

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

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

ХИМИЧЕСКИЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕРЫ ЗАЩИТЫ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Цель защиты деревянных конструкций от возгорания – повышение предела огнестойкости, чтобы древесина могла дольше сопротивляться горению, выделяя меньше токсичных испарений.

Так как древесина обладает рядом преимуществ (малый объемный вес, относительная высокая прочность), она широко используется в строительстве и производстве перекрытий и покрытий зданий, а также мостах, гидротехнических сооружениях, опорах линий электропередач [1].

Но дерево имеет существенный недостаток для строительных материалов, оно легко воспламеняется. Температура воспламенения древесины колеблется от 250 до 300°C в зависимости от породы дерева.

Для предупреждения возгорания древесины и повышения долговечности конструкций применяют конструктивные и химические меры защиты конструкций.

Конструктивные меры направлены на выбор оптимальных параметров сооружения, рациональную планировку помещения [2].

К конструктивным мерам относятся:

- Ограждение от воздействия источников нагрева, устройство перегородок из негорючих материалов, например из бетона, кирпича
- Покрытие деревянных частей слоем малотеплопроводного минерального материала
- Облицовка камнем, декоративным кирпичом, плиткой
- Создание противопожарных стен (брандмауэров), которые разделяют здания на отдельные помещения
- Наклейка на конструкции алюминиевой свето- и теплоотражающей фольги или негорючих полимерных пленок.

Химические меры защиты древесины:

Огнезащитные составы классифицируются в зависимости от состава и свойств растворов.

Огнезащитные лаки на покрытии образуют тонкую защитную прозрачную пленку [3]. Наносятся на древесину несколькими слоями с помощью кисти, валика. Часто используются в комбинации с пропитками и красками.

Огнезащитные краски на защищаемой поверхности образуют непрозрачную пленку [3]. Для получения более стойкого покрытия

наносятся в несколько слоев на подготовленную поверхность.

Пасты, обмазки огнезащитные – слой покрытия большей толщины, чем у лаков и красок. Наносятся на поверхность древесины с помощью валика, кисти, посредством распыления. Также могут наноситься шпателями.

Составы пропиточные огнезащитные обеспечивают образование поверхностного огнезащищенного слоя или огнезащиту в объеме древесины [3]. В отличие от лаков и красок создают не защитную пленку, а негорючую среду. Глубокая пропитка проводится в цехах с помощью автоклавов, пропиточных ванн, циклов прогрева-охлаждения, изменения давления [5]. Поверхностная пропитка выполняется на производственных участках или на стройплощадке в уже построенных зданиях кистью, пульверизатором или вакуумным методом.

Огнезащитные комбинированные составы представляют собой последовательное нанесение нескольких огнезащитных составов. Например, сначала осуществляется нанесение на поверхность пасты, затем лака [4].

Таблица 1. Сравнение методов защиты деревянных конструкций

Способы	Достоинства	Недостатки
Оштукатуривание	Прочность, надежность	Устаревший метод, высокая трудоемкость, непривлекательный вид, расслаиваемость, появление трещин
Облицовка	Эстетичный вид, надежность, долговечность, возможность поэкспериментировать с дизайном отделки	Дорогостоящие материалы, значительный вес, трудоемкость
Огнезащитные лаки	Легко наносятся, защищает от влаги и обеззараживает, сохраняет структуру поверхности древесины, малый вес и расход материала, придают блеск, матовый оттенок, тон покрытию	Высокая стоимость материалов, необходимость подготавливать поверхность перед обработкой
Огнезащитные краски	Легко наносится, экономичные, малый вес,	Необходимость подготавливать

	декоративные свойства при введении пигментов	поверхность перед нанесением
Пасты, обмазки огнезащитные	Надежность, прочность, современный способ обработки, экологичные	Трудоемкость, неэстетичный вид, появление трещин, нужна подготовленная поверхность, со временем расслаивается
Пропиточные составы	Хорошо проникает в глубину структуры древесины	Наносятся на производстве
Комбинированные составы	Экономичные, низкая трудоемкость, небольшая толщина покрытия, не требует особых умений и трудозатрат в нанесении	Необходим контроль толщины нанесения, наносится только при положительных температурах

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 64.13330.2017 Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80.
2. Ломакин А.Д. Защита деревянных конструкций. М: Стройматериалы, 2013. - 423 с.
3. Романенков И.Г., Левитес Ф.А. Огнезащита строительных конструкций. М.: Стройиздат, 1991 г. 320 с
4. Батаров А.Н., Андрианов Р.А., Корольченко А.Я. и др. под ред. Батарова А.Н. Пожарная опасность строительных материалов. М: «Стройиздат»1988г., -380с.
5. ГОСТ 30247.0-94 (ИСО 834-75) Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования.

НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ ДЕРЕВЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ НАКЛАДКАМИ НА ВВИНЧЕННЫХ ШУРУПАХ

В настоящее время существуют разнообразные варианты соединений деревянных элементов строительных конструкций. Учитывая потребности строительной отрасли, актуальным направлением является обеспечение возможности применения в практике строительства эффективного соединения балок, обладающего высокой несущей способностью. На сегодняшний день актуальны соединения на металлических накладках SHERPA. Крепеж состоит из двух алюминиевых накладок, которые крепятся к деревянным конструктивным элементам с помощью шурупов и образуют жесткое соединение по принципу «ласточкин хвост» [1]. Система соединения типа SHERPA применяется при возведении зданий и сооружений различного назначения, в том числе многоэтажных и большепролетных [2,3,4,5].



Рис. 1. Общий вид накладок SHERPA

Целью исследований является определение несущей способности соединения деревянных элементов на металлических накладках SHERPA для узловых соединений зданий по стандартной методике, регламентированной ГОСТ 33082-2014 «Конструкции деревянные. Методы определения несущей способности узловых соединений». Теоретическая и практическая значимость данной работы заключается в том, что проведена оценка несущей способности и деформативности соединения, а так же предложена оригинальная конструкция образца соединения элементов из цельной древесины на пластинах типа SHERPA для проведения испытаний и моделирования работы узловых сопряжений главных и второстепенной деревянных балок каркасных зданий и сооружений в соответствии с требованиями ГОСТ 33082-2014 для определения несущей способности и деформативности таких соединений.

Разработанная конструкция симметричного двухсрезного образца состоит из двух досок 50(b)*100(h)*230(l) мм (главные балки) и доски 50(b)*100(h)*100(l) мм (второстепенная балка), изготовленных из сосны 2 сорта. Сечение второстепенной балки 100*50 мм было принято из условия размещения на ее торцевой части накладок SHERPA, размерами 70*30 мм. Длина второстепенной балки 100 мм была назначена с учетом

длины вкручиваемых в нее шурупов ($l=50$ мм) для крепления накладок. Длина главных балок определена с учетом обеспечения минимального расстояния вдоль волокон древесины от шурупа до торца элемента.

Испытания образца соединения деревянных элементов на пластинах типа SHERPA выполнены с доведением его до разрушения с постоянной скоростью нагружения через одинаковые ступени возрастания нагрузки с периодической разгрузкой. После приложения нагрузки к образцу произошло включение в работу шурупов, начался их вырыв и деформация, затем произошло смятие накладок SHERPA и деформации балок.



Рис. 2. Общий вид изготовленного образца

Таблица 1

Деформации соединения SHERPA на образце предлагаемой конструкции

№ ступени	Нагрузка, кН	Отсчет времени начала приложения нагрузки	Отсчет времени завершения приложения нагрузки	Деформации					
				Полная $D_{п}$, 0.01 мм	Остаточная D_o , 0.01 мм	Остаточная за цикл d_o , 0.01 мм	Упругая D_u , 0.01 мм	Полная за цикл $d_{п}$	Разность полной $\Delta D_{п}$, 0.01 мм
0	0								
1	5	0:08	0:32	0	0	0	0	0	0
	1	1:00	1:32	20.75	-	-	-	20.75	20.75
2	1	1:44	2:08	-	13.25	13.25	7.5	-	-
	9	2:36	2:54	45.75	-	-	-	32.5	25
3	1	3:24	3:42	-	38	24.75	7.75	-	-
	13	4:16	4:37	73.25	-	-	-	35.25	27.5
4	1	5:02	5:26	-	61.75	23.75	11.5	-	-
	17	6:10	6:36	119.5	-	-	-	57.75	46.25
5	1	7:08	7:30	-	96.75	35	22.75	-	-
	21	8:50	9:11	198.25	-	-	-	101.5	78.75
6	1	9:54	10:08	-	164.25	67.5	34	-	-
	25	11:50	12:43	358.75	-	-	-	194.5	160.5
7	1	13:34	14:02	-	302.45	138.2	56.3	-	-
	29	Нразр = 25.35 кН, тразр = 15:39							

Установлены максимальная несущая способность соединения, которая составила $N_t = 25.35$ кН, а также нагрузка, соответствующая верхней границе области упругой работы (ВГОУР) соединения $N_{I-п} = 17$ кН. На уровне ВГОУР полные деформации соединения составили $D_{п} = 1.2$ мм, что меньше предельной деформации, установленной нормами проектирования СП 64.13330.2017 для нагельных соединений $[D_u] = 2$ мм в 1.67 раза. Установлено, что в пределах упругой работы соединения цельнодеревянных элементов на пластинах SHERPA остаточные деформации со-

ставляют в среднем 79.9%, упругие деформации – 20.1% от полных деформаций соединения. Установлена расчетная несущая способность соединения, исходя из нагрузки $N_{I-II} = 17$ кН и требуемого коэффициента надежности $K_{I-II} = 1.3$, которая составила $N_{II} = 13.1$ кН. Вычислен требуемый коэффициент надежности $K = 2.92$ к величине разрушающего усилия N_t по приведенному к неизменному его действию времени t .

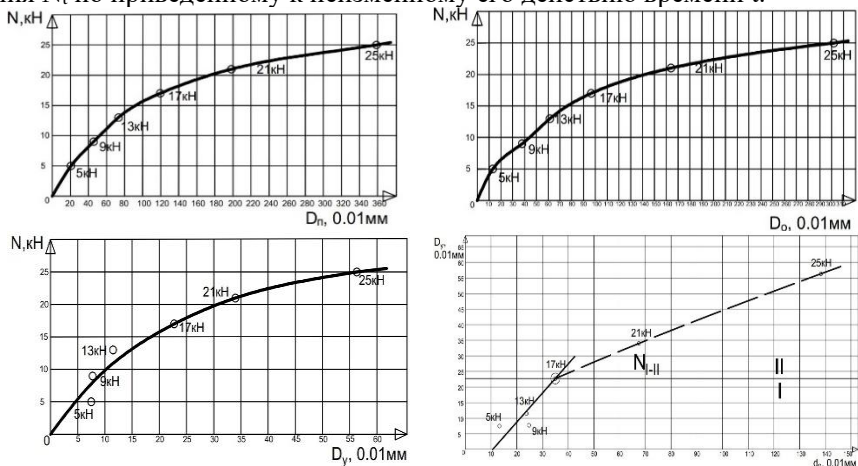


Рис. 3. Графики зависимостей (слева направо):
 «N – D_{π} », «N – D_o », «N – D_y », « D_y – d_o »

Проведенные исследования позволят расширить номенклатуру применяемых соединений деревянных элементов и повысить надёжность и безопасность конструирования соединений на основе деревянных элементов с использованием крепежа SHERPA. Также исследования позволили сформулировать основные предложения по повышению несущей способности соединений деревянных элементов на основе накладок SHERPA для их дальнейшего изучения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Abtragung hoher Lasten mit Sherpa-Systemverbindern, Holzbau-Forum 09, TU Graz.
2. Europäische technische Zulassung ETA-12/0067, Sherpa.
3. M.Augustin, G.Flatscher: Nachweisführung für SHERPA-Verbindungen auf Basis des SHERPA-Handbuchs, Holzbau-Forum 10, TU Graz.
4. Официальный сайт компании SHERPA: Каталог продукции типа SHERPA [<http://en.sherpa-connector.com/>].
5. Официальный сайт компании ARTIVA: Обзор характеристик соединений Sherpa [<http://artiva.lv/lv/sherpar-savienojumi/>].

ПРОБЛЕМЫ МОДЕРНИЗАЦИИ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Энергетическая отрасль является одной из главнейших для российской экономики, которая обеспечивает потребности промышленного сектора и населения электрической и тепловой энергией.

По данным Росстата, по состоянию на 2017 год преобладающим видом электрогенерирующих объектов на территории Российской Федерации являются тепловые электростанции (ТЭС). На их долю приходится около 70% вырабатываемой электроэнергии.

В рамках данной работы рассматривается электротехническое хозяйство ТЭС на примере определенных распределительных устройств.

Назначение распределительного устройства (РУ) – это прием электроэнергии от источников генерации и отдача ее в систему или сеть. Существует два типа конструктива распределительных устройств: закрытые (ЗРУ), в которых оборудование расположено в специальных зданиях и открытые (ОРУ), в которых электрооборудование находится вне помещения, то есть на открытом воздухе.

Применение того или иного конструктивного исполнения РУ имеет свои преимущества и недостатки. Так, для ОРУ можно сформулировать следующие основные преимущества и недостатки:

- сниженные, по сравнению с ЗРУ объемы строительно-монтажных работ;
- удобство обслуживания, в том числе с использованием передвижных грузоподъемных механизмов;
- сниженный по сравнению с ЗРУ нормативный срок эксплуатации: 25 лет и 50 лет соответственно [1,2];

Для ЗРУ можно сформулировать следующие преимущества и недостатки:

- меньшая площадь застройки, чем при варианте ОРУ. Этот фактор становится особенно важным при реконструкции предприятий энергетического хозяйства;
- возможность строительства ЗРУ в районах с тяжелыми климатическими условиями и/или агрессивной средой.

Согласно требованиям нормативных документов [2], при реконструкции зданий и сооружений следует гарантировать

механическую безопасность сооружения с точки зрения их требований, включая защиту от лавинообразного обрушения согласно требованиям [2, 3].

Исходя из вышеизложенного, можно выделить следующие инженерные задачи, решаемые при проектировании РУ на реконструируемых объектах энергетики:

- уменьшение площади застройки для минимизации влияния на существующие инженерные сети и окружающую застройку;
- обеспечение механической надежности и безопасности вновь возводимых зданий и сооружений;

Данные задачи делают актуальным проектирование ЗРУ с выбором оптимальной схемы, удовлетворяющей требованиям нормативной документации в части защиты от лавинообразного обрушения [4].

Расчетный анализ стержневых систем по сценарию лавинообразного обрушения проводится по следующим методикам:

1. Расчёт в статической постановке. В первичной расчетной схеме (рис.1а) определяется напряженно-деформированное состояние (НДС) при условии нормальной эксплуатации во всех элементах конструктивной системы. В данной схеме поочередно выключается один из несущих элементов каркаса, в целях перехода ко вторичным расчетным схемам (рис.1б).

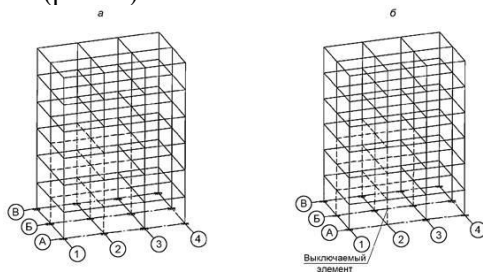


Рис.1 Первичная и вторичная расчётные схемы.

При этом вводятся коэффициенты условий работы особого предельного состояния и коэффициенты надежности по нагрузке. Они принимаются равными 1,0 ($\gamma_f = 1,0$), а коэффициенты сочетаний нагрузок также принимают равными 1,0. По результатам анализа вторичных расчетных схем определяют НДС в элементах, возникающее при локальном разрушении. Если напряжения в элементах и деформации каркаса не превышают допустимые, устойчивость системы к лавинообразному обрушению считается обеспеченной.

2. Расчет кинематическим методом теории предельного равновесия. В данном расчете задают наиболее вероятные механизмы разрушения элементов здания и сооружения, потерявших опору, определяют все

разрушаемые связи, включая образовавшиеся пластические шарниры, и находят возможные обобщенные перемещения w_i по направлению усилий в этих связях. Для каждого из выбранных механизмов разрушения следует определить предельные усилия, которые могут быть восприняты сечениями всех пластично разрушаемых элементов и связей S_i , в том числе и пластических шарниров. Определяют работу внутренних сил W и внешних нагрузок U на возможных перемещениях рассматриваемого механизма:

$$W = \sum_i S_i w_i, \quad U = \sum_i G_i u_i;$$

Устойчивость системы обеспечена, если условие $W \geq U$ выполняется.

3. Расчет в динамической постановке. Параметры демпфирования для материалов и конструкций в данном расчете принимаются по логарифмическим декрементам колебаний, приведенным в [4]. Такой расчет выполняется с учетом возможного проявления эффектов физической, геометрической и конструктивной нелинейностей.

Для повышения устойчивости систем к лавинообразному обрушению рекомендуется повышать статическую неопределенность системы, вводить неразрезные и подстропильные конструкции (рис.2).

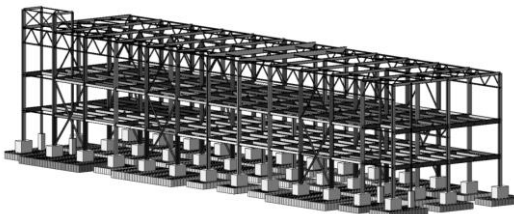


Рис.2 Промышленное здание с продольными фермами, выполненными для защиты от лавинообразного обрушения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований».
2. Федеральный Закон №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
3. СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения».
4. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».
5. СП 296.1325800.2017 «Здания и сооружения. Особые воздействия».
6. Гаак В.К. Лебедев В.М. Основные проблемы и развития региональной теплоэнергетики в г. Омск //Омский научный вестник 2018 №5 С. 51-54.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРЦЕПТОРОВ ДЫМОВЫХ ТРУБ

При проектировании высоких и гибких зданий, инженерных сооружений достаточно часто используют гасители колебаний, как механические, так и аэродинамические. Они позволяют эффективно снизить амплитуду горизонтальных колебаний, возникающих в процессе воздействия на сооружение вихревых потоков.

Эффективность применения гасителей оценивают путем проведения расчетов, основанных на динамических воздействиях на сооружение. Также учитывают влияние гасителей на технико-экономические показатели, возможность обеспечения контроля при эксплуатации.

Область применения гасителей охватывает следующие типы сооружений:

- стальные дымовые трубы;
- здания с металлическим каркасом;
- решетчатые и сплошные металлические башни.

В районах с высокими ветровыми нагрузками дымовые трубы дополнительно укомплектовываются интерцепторами, задача которых снизить динамические колебания. Интерцепторы способны повысить динамическую устойчивость всей конструкции. Они представляют спирали из листов стали, монтированные к верхней части трубы. Отсутствие данного устройства может вывести сооружение из нормального режима эксплуатации или привести к разрушению, поэтому необходимо принять меры к уменьшению колебаний на сооружение на этапе его проектирования.

Интерцепторы представляют собой спирали из стальных сплавов, которые монтируются как на часть трубы, так и в некоторых случаях на всю ее длину. Спираль обычно делается из 3-х полос шириной порядка 1/8-1/12 диаметра трубы и с шагом в диапазоне от 3 до 5 диаметров. Сами спирали разрешено изготавливать из пластин, нестыкуемых между собой.

Цилиндрические трубы и трубы небольшой конусности (уклон до 1,2 %) в соответствии с [2] необходимо рассчитывать на резонансное вихревое возбуждение и, вызываемое им, накопление усталостных повреждений. Для этого определяют скорость порыва ветра, при которой будет возникать резонанс. В таком расчете, помимо значения самой

ветровой нагрузки, немалую роль играет диаметр обдуваемой трубы, а также материал, из которого она сделана.

Также для предотвращения резонансного возбуждения могут быть использованы оттяжки и гасители колебаний – механические либо динамические гасители колебаний.

Предотвратить появление резонанса от ветровых потоков невозможно, но можно существенно уменьшить его влияние на конструкцию. Интерцепторы помогают изменить направление вихревых потоков, позволяют выводить вредные выхлопы на уровень выше, избегая оседания вредных веществ в воздухе.

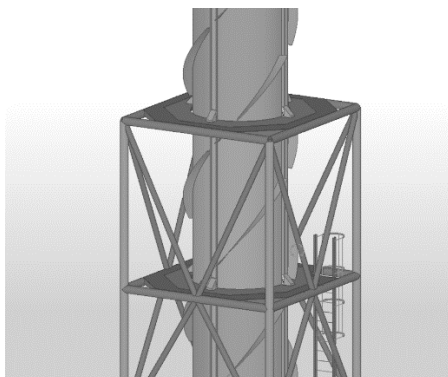


Рис.1. Трехмерная модель дымовой трубы с интерцепторами

Для учета влияния интерцепторов на расчет конструкции вводят повышенный коэффициент лобового сопротивления c^x равный 1,4 при ширине спирали $0,05d$ трубы и равный 1,5 при ширине $0,12d$.

При воздействии на сооружение формы цилиндра плоскопараллельного потока ветра в области за сооружением формируется дорожка, состоящая из воздушных вихрей, расположенных в шахматном порядке. Если частота срыва вихрей совпадает с собственной частотой колебаний сооружения, то в таком случае возникает резонанс.

При проверке на резонансные колебания максимальную интенсивность динамической силы $F(z)$, Н/м, на уровне (z) при колебаниях сооружения по i -ой форме допускается определять по формуле:

$$F_i(z) = F_{0i} \alpha_i(z),$$

Где $\alpha_i(z)$ - ордината i -ой формы колебаний собственных; $F_0 = c_y q_{кр} d$ - максимальное значение на уровне свободного консольного конца или в

середине пролёта трубчатой мачты; $q_{кр} = 0,613V_{кр}^2$ - скорость напора, Па, соответствующий критической скорости $V_{кр}$; c_y -коэффициент поперечной силы.

$c_y=0,20$ -коэффициент силы поперечной для промежутка с интерцепторами;

$c_y=0,22$ -коэффициент силы поперечной для промежутка без интерцепторов;

Для сооружения консольного типа учитывается только первая форма собственных колебаний.

Резонансное вихревое возбуждение не возникает в том случае, если:

$$V_{кр} > V_{max}(z_{ЭК}),$$

Несмотря на увеличение значения ветровой нагрузки на трубу, интерцепторы позволяют «разрезать» ветровой поток, снижая при этом влияние возможного вихревого резонанса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство по расчету зданий и сооружений на действие ветра.
2. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. М.: Минрегион, 2016.
3. *Никитин П.Н., Оносов Г.В.* Опыт проектирования дымовых труб // Пром. и гражд. стр.-во. 2009. №5. С. 24-27.
4. *Дужих Ф.П., Осоловский В.П., Ладыгичев М.Г.* Промышленные дымовые и вентиляционные трубы. Справочное издание / Под ред. Ф.П. Дужих. – М.: Теплотехник, 2004. 464 с.
5. Электронный источник. <https://www.liraland.ru/lira/projects/5213/>

ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ КОТЛОВАНА МЕТОДОМ «СТЕНА В ГРУНТЕ»

Одним из самых распространенных и надежных в настоящее время способов реализации подземных сооружений является метод «Стена в грунте». В его основе лежит технология крепления стен котлована ограждающими конструкциями и под их защитой устройство постоянного фундамента здания.

«Стене в грунте» часто отдают предпочтение при наличии ограниченного пространства для строительства, что особенно актуально в городских условиях. Так, данный метод крепления применяется при строительстве метрополитенов, многоярусных подземных комплексов, парковок и гаражей, фундаментов жилых и промышленных зданий, мостов. Кроме того, сооружение котлованов с применением технологии «Стена в грунте» помогает исключить возможное воздействие грунтовых вод.

Преимущество метода «Стена в грунте» заключается в том, что он не требует производить водопонижение и во многих случаях не требует забивки шпунта.

Стоит выделить некоторые грунты, в которых применение данной технологии не рекомендуется:

- крупнообломочные грунты с пустотами (глинистая суспензия проникает в эти пустоты между отдельными камнями)
- карстовые грунты с пустотами (через пустоты происходит утечка глинистой суспензии)
- текучие илы, залегающие непосредственно у поверхности земли;
- насыпные грунты, находящиеся на территории свалок, имеющие включения твердых металлических предметов, например, рельсы и балки.
- твердые включения, в частности валуны;
- скальные грунты.

Возведение «Стены в грунте» является многоэтапным процессом, технологию которого состоит из следующий этапов:

1. Устройство форшахты (пионерной траншеи);
2. Разработка траншеи специализированным буровым оборудованием (грейферами или гидрофрезами);
3. Монтаж арматурных каркасов;
4. Бетонирование.

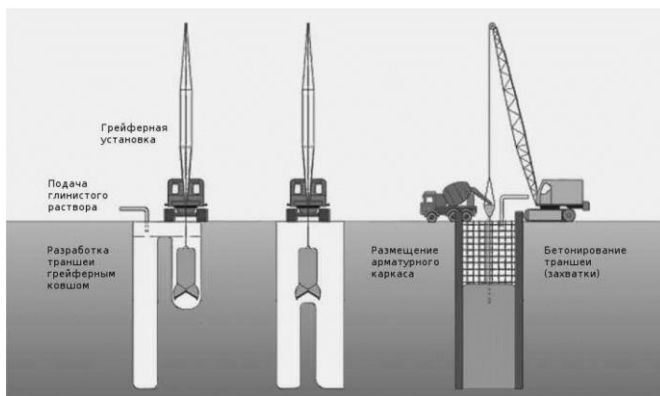


Рис. 1. Основные технологические операции при устройстве «Стены в грунте»

Перед началом возведения стены в грунте необходимо выполнить ряд операций на строительной площадке: оградить участок производства работ, расчистить и спланировать территорию, удалить поверхностные и грунтовые воды, вынести существующие коммуникации, подготовить материалы и оборудование.

Предварительный этап включает в себя устройство форшахты, задающей контур стены в грунте. Форшахта представляет собой монолитную конструкцию, возводимую в неглубокой траншее. Форшахта предназначена для направления техники, осуществляющую откопку. После завершения строительства форшахты выполняется обратная засыпка и для дальнейшей разработки используется специализированное буровое оборудование (грейфер и гидрофрезы). Как правило, на площадке также располагается производство бетонитовой смеси, служащей для предотвращения осыпания стен по мере откопки.

Основной этап производства работ: в захватку погружаются ограничители в виде металлических или железобетонных элементов, опускаемых до проектного положения будущей стены в грунте. Такими элементами могут быть стальные трубы, швеллеры с накладками из листовой стали, двутавровые балки. В ограниченное пространство арматурный каркас, представляющий собой несколько секций, стыкуемых между собой по мере погружения в выработку.

После набора бетоном прочности, производится демонтаж форшахты. Направляющую конструкцию откапывают с помощью экскаваторов, разделяют на фрагменты и высверливают в них отверстия для последующего подъема краном.

Важным этапом является соединение соседних каркасов стены в грунте в единый монолитный пояс. Для этого «размочивается» верхняя часть бетона, оголяется арматура, монтируется горизонтальный армокаркас балки, устраивается опалубка, и вновь происходит бетонирование.

После завершения всех работ по устройству стены в грунте происходит разработка котлована внутри образованного железобетонного контура, выполняемая послойным методом.

По ходу откопки котлована стену в грунте необходимо укреплять распорной системой или грунтовыми анкерами, при этом все земляные работы выполняются мини-экскаваторами, чтобы предотвратить повреждение конструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Колесников В.С., Стрельникова В.В.* Возведение подземных сооружений методом «стена в грунте», технология и средства механизации: Учебное пособие. – М.: ВГУ, 1999
2. *Смординов М.И., Федоров Б.С.* Устройство сооружений и фундаментов способом «стена в грунте». – М.: Стройиздат, 1986
3. *Афанасьев А.А., Матвеев Е.П.* Реконструкция гидротехнических сооружений. – М., 2008
4. *Малинин А.Г.* Применение струйной цементации грунтов в подземном строительстве // Подземное пространство мира. 2010, №2.
5. *Малинин А.Г.* Применение технологии струйной цементации грунтов в транспортном строительстве // Метро и тоннели. 2011, №6.

СПОСОБЫ СОЕДИНЕНИЯ УЗЛОВ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Анизотропия древесины наиболее проявляется в узловых соединениях деревянных конструкций.

Основные виды соединения узлов деревянных конструкций:

- а) соединение без механических связей;
- б) соединение на механических связях.

Основными узловыми решениями соединений без механических связей являются врубки и лобовые упоры, которые могут быть выполнены как в заводских условиях, так и на строительной площадке. Лобовая врубка образуется упором двух элементов (сжатого и растянутого), выполняются с одним или двумя зубьями (рис.1), препятствующими расхождению элементов в процессе монтажа



конструкции. Лобовые упоры (рис. 2) являются надёжными и простыми в изготовлении соединениями, выполняются продольными (рис. 2а), поперечными (рис. 2б) и наклонными (рис. 2в).

К соединениям на механических связях относятся: соединения на цилиндрических и пластинчатых нагелях, металлических зубчатых пластинах, клеенных стержнях.

Соединения на цилиндрических (рис.3) и пластинчатых (рис. 4) нагелях препятствуют взаимному сдвигу деревянных элементов относительно друг друга. К цилиндрическим нагелям относят болты, нагели, гвозди, шпильки, глухари и т.п., к пластинчатым – прямоугольные пластины, выполненные из твёрдых сортов древесины.

Рис.2. Лобовые упоры.

Для таких видов соединений характерна нелинейная зависимость нагрузки и податливости самого стыка [2]. Нагельное соединение рассчитывается на изгиб нагеля и смятие древесины в нагельном гнезде.

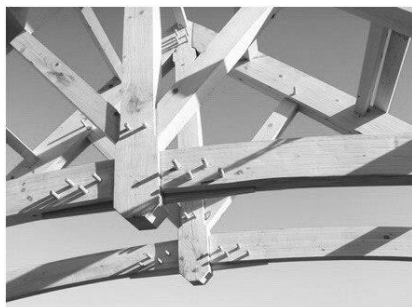


Рис.3. Соединения на цилиндрических нагелях

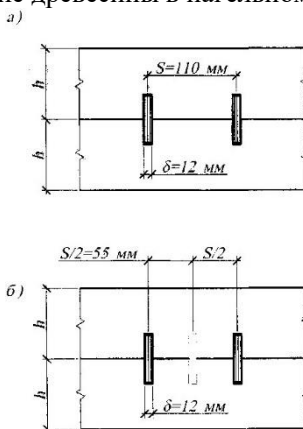


Рис.4. Соединение на пластинчатых нагелях: а – сквозные, б – глухие

Соединения на металлических зубчатых пластинах (МЗП) также широко применяются в современном строительстве, т.к. её конструкция постоянно модернизируется и совершенствуется (рис.5).

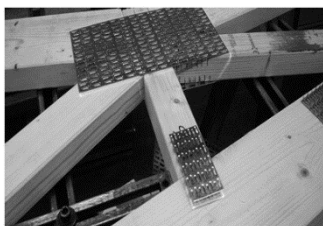


Рис.5. Соединение на МЗП.

Несущая способность металлических зубчатых пластин рассчитывается на 1 см^2 поверхности пластины [3]. Деформативность и прочность соединения на металлических зубчатых пластинах (МЗП) зависит от многих факторов:

- усилия, воспринимаемые зубьями, распределяются неравномерно, т.к. зависят от удаления места стыковки конструкции;
- при неравномерном расположении зубьев пластины возникает дополнительный изгибающий момент [4];
- поверхность пластины необходимо рассчитывать на растяжение и срез на 1 см сечения и 1 см длины, исходя из угла, образованного продольной осью пластины и направлением приложения усилия.

Появление новых клеевых составов обуславливает эффективность технологии вклеенных стержней. Применение стальных нагелей,

вклеиваемых в тело древесины, позволило решить главную задачу для проектирования жесткого стыка – исключить податливость соединения [5].

Исследование стыков с применением вклеиваемых стержней (при проведении экспериментов было установлено, что соединение с использованием арматуры периодического профиля прочнее в 1,5-2 раза, в отличие от узла с применением гладкой арматуры) было проведено центральными научно-исследовательскими институтами «НИСИ им. В.В.Куйбышева», «СоюздорНИИ», «ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко», в которых были разработаны многочисленные решения различных узлов и стыков деревянных конструкций с применением вклеенных стержней. Такие узлы работают на изгиб и выдергивание по шву.

Выбор способа соединения узла исходит из расчётных, конструктивных и экономических условий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Зубарев Г.Н., Бойтемиров Ф.А., Головин В.М. и др.* Конструкции из дерева и пластмасс. Учебное пособие 3-е изд. 2004 г.

2. *Водяников М.А., Кашеварова Г.Г.* Сравнительный анализ работы соединений деревянных конструкций на стальных и углепластиковых нагелях // Вестник волжского регионального отделения российской академии архитектуры и строительных наук 2017. № 20. с. 193-199

3. *Hilson B.O. Joints with Dowel-type Fasteners — Theory.* Paper C3: Timber Engineering Step 1: Basis of Design, Material Properties, Structural Components and Joints, Almere, The Netherlands, Centrum Hout. 1995. C3/1-C3/11.

4. *Malinowski C. Zur Geschichte der Verbindungstechnik-Verbinderaus Stahlblech/ BauenmitHolz.* 1989. Bd. 11. Pp. 776–779; Bd. 12. Pp. 872–877.

5. *Фурсов В.В., Пурызданхах М, Бидаков А.Н.* Сравнительный анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований натурной арки из клееной древесины // Инженерный вестник Дона, 2014, № 2. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2395

6. *Линьков В.И., Филимонов Э.В., Ганноев М.М., Гуськов И.М., Ермоленко Л.К., Серова Е.Т., Степанов Б.А.* Конструкции из дерева и пластмасс. Учебное пособие. 2010 г.

7. *Бойтемиров Ф.А.* Конструкции из дерева и пластмасс. 2013 г.

ЗАЩИТА ДЕКОРАТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ФАСАДА, ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ КЛЕЕНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Дерево является экологически чистым, возобновляемым строительным материалом, поэтому, не опасаясь нанести ущерб окружающей среде и вред здоровью человеку, древесина нашла широкое применение в строительстве [1]. Также древесина, обладает хорошими эстетическими свойствами: текстурой и фактурой, формой и цветом. Отделка фасадов древесиной часто обеспечивает сочетаемость (совместимость) объекта с окружающей (естественной и искусственной) средой.

Часто для внешней архитектурной уникальности здания используют элементы из клееных деревянных конструкций (далее – КДК).

КДК, как и любой древесный материал, обладает рядом недостатков. Пожароопасность и биологическое разрушение - самые существенные из них.

Использование древесины в качестве декоративного элемента фасада осложняется рядом факторов, таких как: действие древоразрушающих грибов и насекомых, колебание температуры и влажности наружного воздуха, ультрафиолетовое излучение [1].

Главный негативный фактор для КДК – атмосферное влияние. Периодически повторяющиеся температурно-влажностные воздействия влекут за собой циклическое, неравномерное изменение объема древесины. Усушка и разбухание способствуют развитию внутренних напряжений. Эти напряжения направлены перпендикулярно клеевому шву и, превышая допустимые значения, вызывают его неравномерный отрыв и разрушение, а соответственно, расслоение клееных деревянных элементов по поперечным и продольным клеевым швам [3].

Однако, не смотря на ряд факторов, оказывающих на древесину негативное воздействие, деревянные конструкции способны хорошо сохраняться длительное время при соблюдении её периодической защиты.

В настоящее время, разработано большое количество химических составов, предназначенных для защиты древесины. Их можно классифицировать по типу, области применения, химическому составу и области применения.

Биозащита древесины

От условий эксплуатации древесины зависит вид применяемой защиты. В такие составы могут входить различные добавки: обладающие цветом пигменты, воск, обеспечивающий водостойкость элементов конструкции, и т.д.

Наибольшая защита древесины обеспечивается комплексным использованием грунтовых составов и лессирующих (тонируют древесину, сохраняя ее структуру) и покрывных (создают дышащую пленку, сохраняющую древесину от влаги) антисептиков.

Пленкообразующие пропитки образуют пленку, которая обладает водостойкостью, защищает от ультрафиолета и биологических воздействий. За счет своей эластичности она не нарушает своей целостной структуры при естественном расширении и сжатии древесины. Наносят их путем погружения в раствор или нанесением при помощи валика или кисточки.

Для защиты от выветривания слоя пропиток, эксплуатируемых на открытом воздухе, рекомендуется покрывать их лаком для наружных работ. Такие лаки так же могут иметь эластичную пленку, которая не будет трескаться при сжатии и расширении деревянной конструкции.

Огнезащита древесины

Огнестойкость древесины можно повысить путем ее обработки антипиренами.

Антипирены скрывают текстуру древесины, ухудшая ее внешний вид. Пропитки, в свою очередь, сохраняют текстуру и красоту древесины, поэтому данные составы находят более широкое применение для внешней отделки элементов фасада [2]. Антипирены наносят на древесину как до начала работ, так и на готовую конструкцию или изделие. Для несущих или самонесущих КДК достаточно обеспечить умеренное проникновение состава пропитки в материал дерева.

Огнезащитные средства для декоративных фасадных элементов зданий имеют II-ю группу огнезащитной эффективности. Деревянные элементы, пропитанные таким составом, квалифицируются как трудновоспламеняемые.

Увеличение срока службы клееных деревянных конструкций осуществляется путем комплексной и качественной защиты, которая повышает огнестойкость конструкции, препятствует растрескиванию и расслоению дерева. Она обеспечивает биозащиту древесины, сохраняет ее прочностные качества и внешний вид.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Зарубина, Л. П.* Защита зданий, сооружений, конструкций и оборудования от коррозии. Биологическая защита: материалы, технология, инструменты и оборудование / Л. П. Зарубина. — Москва: Инфра-Инженерия, 2015. — 224 с.
2. *Зарубина, Л. П.* Защита зданий, сооружений и конструкций от огня и шума: материалы, технологии, инструменты и оборудование / Л. П. Зарубина. — Москва: Инфра-Инженерия, 2015. — 336 с.
3. *Фрейдин А.С., Вуба К.Т.* Прогнозирование свойств клеевых соединений древесины. М.: Лесная промышленность, 1980. 224 с.
4. *Линьков В.И., Филимонов Э.В., Гаптов М.М., Гуськов И.М., Ермоленко Л.К., Серова Е.Т., Степанов Б.А.* Конструкции из дерева и пластмасс. Учебное пособие. 2010 г.
5. *Зубарев Г.Н., Бойтемиров Ф.А., Головин В.М. и др.* Конструкции из дерева и пластмасс. Учебное пособие 3-е изд. 2004 г.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ КЛЕЕННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Срок службы несущих и ограждающих частей здания, выполненных из клееной древесины, определяется техническим состоянием конструктивных элементов и зависит от многих факторов, приводящих к необходимости их реконструкции.

Факторы, негативно влияющие на срок службы конструкции, выполненной из клееной древесины:

- Ошибки проектирования, результат которых привел к понижению несущей способности конструкции;
- Дефекты изготовления – склеивание и выдержка клееных изделий происходила с нарушением технологии, с применением некачественного клея;
- Повреждения при транспортировке и монтаже – не учтено напряженное состояние КДК при транспортировке, неправильный порядок выполнения монтажных работ, отклонение при установке КДК от проектного положения, отступление при монтаже от проектных решений;
- Повреждения при эксплуатации – ввиду резкой смены температурно-влажностного режима, при значительном увеличении нагрузки от оборудования и материалов, вследствие механических повреждений, при увеличении влажности окружающей среды.

Все вышеперечисленные факторы приводят к нарушению нормальной работы конструкции. Появляются различные дефекты, при наличии которых необходимо проводить техническое обследование для выявления экономической целесообразности ремонта и усиления конструкций, или же для выдачи рекомендаций по дальнейшей разборке и замене конструкций.

Техническое обследование выполняется на основе технического задания, и осуществляется в несколько этапов [1]:

- Предварительный осмотр. На этом этапе определяется общее состояние здания, оценивается его устойчивость;
- Изучение имеющейся технической документации, выполнение необходимых обмерочных и расчетных работ;
- Сравнение и выявление расхождений предварительного осмотра с исходной документацией;
- Выполнение проверочных расчетов несущих элементов;

- Оценка влажности древесины.

Исходя из отчетов технического обследования, ставится задача по усилению конструкций. Существует достаточно разных методов и технологий по усилению деревянных конструкций, основные из которых приведены ниже [3]:

- изменение напряженного состояния - устройство горизонтальных и шпренгельных затяжек;
- изменение конструктивной схемы - монтаж дополнительных опор;
- увеличение поперечного сечения - устройство боковых накладок из досок, фанеры, МЗП или стекло - и углеволоконистых материалов, сплачивание сечения стальными нагельными пластинами и внешними хомутами.

Рассмотрим подробнее некоторые решения [2]:

1. Усиление прутковыми протезами.

При поражении гнилью опорных частей отдельных балок, удаляют поврежденный участок и устанавливают с двух сторон накладки, выполненные из древесины, сечение которых определяется расчетом.

2. Усиление клеевыми составами.

Применяется при усилении расслоившихся швов клееных элементов, с помощью заполнения клеевым составом отверстий, которые просверливаются заранее.

3. Усиление с помощью стержней из нержавеющей стали.

В заранее просверленные глухие отверстия монтируют болты с резьбой. В последствии отверстие заполняется клеем.

4. Усиление хомутами и стяжными болтами.

Применяют при расслоении швов клееных деревянных конструкций.

5. Усиление металлическими зубчатыми пластинами [4].

Пластины устанавливают при возникновении трещин, чтобы предотвратить их дальнейшее развитие. Они монтируются попарно и симметрично. Благодаря наличию зубчиков различной длины и формы, МЗП обеспечивает высокую прочность крепления. Их использование можно считать универсальным и экономичным методом.

6. Использование тросов из нержавеющей стали.

Установка тросов относительно проста, при этом конструктивная схема меняется незначительно.

Соединение троса и деревянного элемента изготовлено из двух стальных пластин. Они вставляются в клееный брус, соединенный с диагональной деревянной стропильной балкой болтовым соединением.

7. Усиление углеволоконистыми материалами.

Применяется для увеличения несущей способности путём наклеивания углеволокна.

8. Установка дополнительных опорных элементов (раскосов, стоек и др.). Такой способ не всегда уместно использовать в помещениях с ограниченным пространством.

В процессе эксплуатации конструкций из клееной древесины рано или поздно появляются участки с различными дефектами, требующие безотлагательных действий по их усилению. Выбор того или иного метода зависит от назначения здания и вида дефекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Келемешев А.Д.* Обследование и усиление зданий. Учебное пособие для студентов специальности 5В072900 – «Строительство» - Алматы:КазГАСА,2011–98с.

2. *Карельский А.В., Журавлева Т.П., Филиппов В.В., Лабудин Б.В., Мелехов В.И.* Технология усиления клееных деревянных конструкций металлическими зубчатыми пластинами. Лесной журнал, 2018. №1.

3. *Гупано А.А.* Способы усиления деревянных конструкций. Строительство. Архитектура. Дизайн, 2020. УДК 624.011.14

4. *Marco Corradi, Adelaja Israel Osofero, Antonio Borri.* Repair and Reinforcement of Historic Timber Structures with Stainless Steel—A Review. Metals 2019, 9, 106; doi:10.3390/met901010.

5. *Линьков В.И., Филимонов Э.В., Гаппоев М.М., Гуськов И.М., Ермоленко Л.К., Серова Е.Т., Степанов Б.А.* Конструкции из дерева и пластмасс. Учебное пособие. 2010 г.

ДРЕВЕСИНА КАК КОНСТРУКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ, ПРИГОДНЫЙ ДЛЯ ВЫСОТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Строительство - это быстроразвивающаяся отрасль, в которой задействовано много человеческих и природных ресурсов. В связи с постоянной необходимостью людей в развитии новых жилых, производственных и иных площадях, строительство нуждается и в совершенствовании новых технологий. Наиболее перспективными, на данный момент, являются технологии устойчивого или же «зеленого» строительства. Поэтому, вопрос о возможности возведения высотных зданий и сооружений из дерева наиболее актуален.

На данный момент, в большинстве стран запрещено многоэтажное строительство из дерева, и это накладывает свой негативный отпечаток на развитие данного направления. Но, в настоящее время, в мире уже имеется опыт высотного строительства из древесины. Самыми известными деревянными «небоскребами» являются: Мьёсторнет (18-ти этажное многофункциональное здание высотой 85,4 м в Брумундале, Норвегия), Banyan Wharf (10-ти этажное здание в Лондоне, Великобритания), Brock Commons (18-ти этажный студенческий жилой комплекс университета Ванкувера высотой 53 м), Treet (14-ти этажный жилой дом с меблированными квартирами, высотой 49 м в Бергене, Норвегия). Treet - это самое первое высотное здание из дерева, на его основе мною были выделены основные принципы высотного строительства из деревянных конструкций.

Treet (The Tree) это 14-ти этажное здание, состоящее из каркаса из клееной древесины, модулей заводского изготовления, лестниц, балконов и лифтовой шахты из CLT панелей, а так же фасадного остекления. Все клееные элементы соединяются с помощью врезных стальных пластин и металлических нагелей [1]. Архитекторы и инженеры черпали свое вдохновение из истории деревянного строительства в Норвегии, а именно из конструкций деревянных мостов [1], поэтому интегрировали раскосную конструкцию в свой проект

(Рис.1). Возведение здания начиналось с установки первого яруса модулей на железобетонный фундамент.

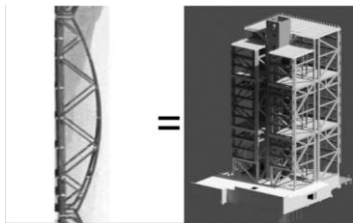


Рис. 1 Аналогия конструкции деревянного моста и здания Treet

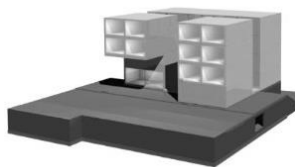


Рис.2 Модуль

Модули, предварительно изготовленные на заводе (рис.2), транспортировались на строительную площадку, далее, монтировались по 4 этажа, стыковались между собой в плане и по высоте. Через каждые четыре этажа устанавливалась платформа с раскосным «скелетом» из клееной древесины (рис.4). Эта платформа обеспечивала устойчивость конструкции, а также являлась опорой для вышестоящих модулей. «Скелет» из клееной древесины воспринимал вертикальные и горизонтальные нагрузки, надевался на 4 нижележащих этажа и имел пространство для установки одного вышележащего (пятого) этажа. Далее на платформу, внутрь деревянного каркаса, монтировался следующий этаж. После возведения 5, 10 и 14 этажей, на них монтировали заранее изготовленное перекрытие из бетона, чтобы добавить веса всей конструкции и



Рис.3 План типового этажа

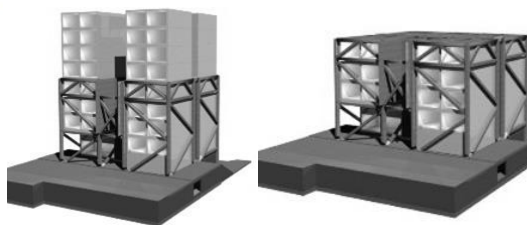
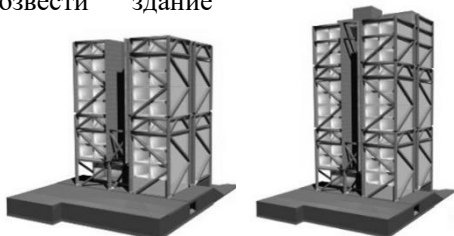


Рис.4 Платформа

обеспечить возможность воспринимать большие ветровые нагрузки [1]. Элементы, состоящие из CLT панелей не соединены с элементами, воспринимающими нагрузки от здания, что позволило применить их при возведении шахты лифта.

Максимальное расчетное горизонтальное перемещение конструкции на уровне 14 этажа составило 71 мм, а осадка здания в первый год составила 3 мм на этаж. Изготовленные на заводе модули и конструкции не только сэкономят время на строительной площадке, но и позволили минимизировать отклонения и расхождения геометрических размеров конструкции. Применённая технология строительства позволяет возвести здание



высотой до 30 этажей [1].

Современные материалы, такие как LVL и CLT панели позволяют возводить высотные здания из древесины, а развитие этих технологий может положительно отразиться на экологической ситуации в мире.

Рис.5 Конечный вид здания

Древесина – экологически чистый, эстетически привлекательный строительный материал, который достаточно прост в обработке и имеет большой потенциал в строительстве. Но, на данный момент в России, как и во многих других странах, имеется ряд ограничений на строительство из дерева. Проект «Развитие деревянного домостроения на территории Российской Федерации» разрабатывает Минпромторг России. В нем говорится о необходимости создать условия, чтобы увеличить объемы производства и строительства из древесины к 2025 году до 20% [2]. Возможно, в ближайшее время, и российское законодательство пойдет навстречу развитию высотного строительства, выполненного из дерева.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. [Электронный ресурс]. URL:<https://www.youtube.com/watch?v=NzSMZ11Nk6E&list=LL&index=2> \\ How We Built the Tallest Wooden Building in the World: The Tree (дата обращения 23.02.2021).
2. Электронный ресурс: URL: <https://programlesprom.ru/ecoclusters> \\ Экологичные городские кварталы (дата обращения 23.02.2021).
3. *Зубарев Г.Н., Бойтемиров Ф.А., Головин В.М. и др.* Конструкции из дерева и пластмасс. Учебное пособие 3-е изд. 2004 г.
4. *Линьков В.И., Филимонов Э.В., Гаппоев М.М., Гуськов И.М., Ермоленко Л.К., Серова Е.Т., Степанов Б.А.* Конструкции из дерева и пластмасс. Учебное пособие. 2010 г.
5. *Бойтемиров Ф.А.* Конструкции из дерева и пластмасс. 2013 г.

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА МЕМБРАННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ВЕТРОВЫЕ НАГРУЗКИ

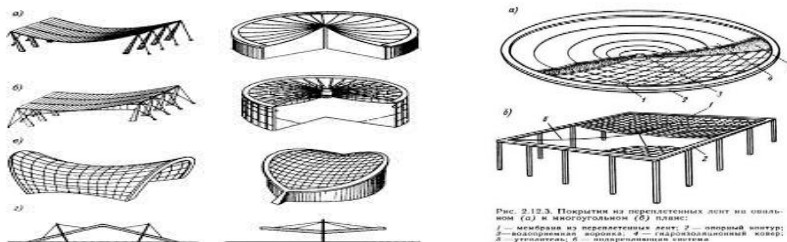


Рис.1 Типы металлических мембранных покрытий

В современном мире тема металлических конструкций хорошо развита, и найдя достоверную информацию, можно выделить следующее информационное ядро. В первую очередь, для возведения стабильной и прочной конструкции покрытия необходимо исследовать параллельно несколько факторов:

1. Конкретизировать материал и способ монтажа покрытия, выбрать крепление элементов, провести анализ эффективности и потребности данного выбора. 2. Смоделировать схему расчета и выбрать наиболее удовлетворяющий метод расчета [1-5]. Это, в дальнейшем, поможет избежать ошибок и повысит точность расчета. 3. Необходимо понять каким образом считать конструкцию и на какие именно воздействия (в том числе, атмосферные).

Итак, первый шаг - это выбор материала покрытия. Достаточно актуальная, но неизученная до конца, тема мембранных покрытий. Они отличаются радиальнокольцевой системой из изгибно-жестких элементов, обеспечивающих необходимую геометрию покрытия во время монтажа. Второй шаг - это расчетная схема, точнее ее выбор с учетом всех нюансов от стадии возведения до самого монтажа. Действительно, очень важно учесть поведение конструкции - то ли это будет оболочка с опорным жестким контуром, то ли это будет пространственная конструкция с ребрами и кольцом, возможно, из-за пренебрежения изгибающий усилий, которые малы в такой тонкой оболочке. Во втором случае – это пространственная конструкция, и достигается она - расчётом на ЭВМ с помощью скопления множества стержней и наложения равномерной нагрузки на них. Таким образом, показывается непрерывность действия нагрузок на конструкцию.

Чтобы разобрать достаточно точно характер поведения атмосферных нагрузок, а именно, ветра – проводят некоторые испытания (моделирование в компьютерных комплексах и эксперименты в аэродинамической трубе с применением макетов и обдувки по заданным траекториям). Для снеговой нагрузки расчет идет согласно кривизны покрытия (СП 20.13330.2016 Приложение Б). Соответственно, чем выше угол, тем меньше коэффициент, а следовательно и нагрузка на покрытие.

Для расчета большепролетных мембранных покрытий, имеющих различные формы поверхности и контура, необходимо иметь обоснованные данные о метеорологических воздействиях, а именно - ветровых и снеговых нагрузок. Иногда данные в документах рекомендательного характера могут разниться с текущей обстановкой в той или иной области нашей страны, тогда мы прибегаем к решению проблем следующими способами. Один из них – заказать обследование данной территории или взять уже готовые в метеорологических центрах, а второй – испытания в специальном комплексе. Например, если рассматривать основные олимпийские сооружения, то специально для них проводились продувки моделей в аэродинамической трубе, которые показали, что при положительной и отрицательной гауссовой кривизне на подавляющей части поверхности возникает незначительный отсос (200—300 Н/м²). Таким образом, результаты продувок, а также подобных продувок других моделей в ЦНИИСКе были составлены отчеты о том, что покрытиям, закрепленным по периметру с собственной массой, не превышающей 150—200 кг/м², не опасно явление аэродинамической неустойчивости при всевозможных углах атаки ветра и поэтому, они не нуждаются в дополнительной стабилизации поверхности. Вполне оправдывает затраты на испытания, таких ответственных сооружений как спортивные, олимпиадные и места скопления большого количества людей.

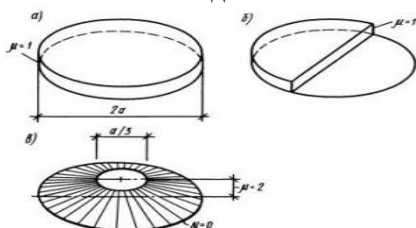


Рис.2. Схемы снеговых нагрузок для мембранных оболочек.

Трудно описать всевозможные варианты продувок и испытаний сооружений для различных криволинейных форм, поэтому для упрощения делают усредненные планы и конфигурации. Чаще всего это

овал и круг. Для оболочек, представленных на овальном и круглом планах зданий (примерно при разнице главных осей, как на рис.3 до 30 процентов) рекомендуются следующие схемы распределения снеговой нагрузки и соответствующие коэффициенты.

Вариант I - равномерно распределенная нагрузка по всей поверхности покрытия, $u=1$ (рис. 2, а). Вариант II — равномерно распределенная нагрузка на половине покрытия, $u=1$ (рис. 2, б), однако может реализоваться при очистке снега с половины покрытия или при интенсивном таянии снега под прямыми лучами солнца. Вариант III - симметричное расположение нагрузки относительно осей, предполагающее скопление массы снега в центральной зоне ($u=2$) с последовательным понижением значения интенсивности к периметру до нуля (рис. 2, в), может реализоваться при скоплении водно-ледовой массы или сползании снега в пониженной части покрытия.

Большая часть из нерешенных задач принадлежит идее проектирования новейших покрытий из металлоконструкций: температурные расширения или сужения, выбор основного опорного элемента, расчетной схемы, монтаж, однако работа над ними сейчас, а также развитие исследований этой темы, даст незаменимый толчок и вклад в будущее большепролетных и уникальных конструкций. Следовательно, поспособствует легкому, быстрому и надежному строительству.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Еремеев П.Г.* Тонколистовые металлические мембранные конструкции покрытий: исследования, строительство // Вестник НИЦ Строительство. 2017. № 3 (14). С. 43-57.
2. *Туснин А.Р., Туснина О.А.* Численный расчет мембранных конструкций // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2012. Вып. 3 (23).
3. *Фарфель М.И.* Численные исследования работы прямоугольных мембранных панелей // Строительная механика и расчет сооружений. 2008. №4. С. 53-62.
4. *Фарфель М.И.* Инженерная методика расчета мембранных панелей на плоском прямоугольном контуре // Вестник НИЦ "Строительство" ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. Исследования по теории сооружений. №5. 2012. С. 30-37.
2. *Фарфель М.И.* Эффективные мембранные конструкции: особенности эксплуатации // Вестник НИЦ Строительство. 2021. №1(28). С. 124-141

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ФЕРМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ УСТРОЙСТВЕ КОТЛОВАНОВ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ СТАНЦИЙ МЕТРОПОЛИТЕНА ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ В ГОРОДЕ МОСКВЕ

Поставленная задача быстрого развития метрополитена как эффективной транспортной системы не может быть решена традиционными технологиями, которые разрабатывались с расчетом на смешанное использование (транспорт и объект гражданской обороны) и приоритетом эстетических требований над утилитарными.

Одной из основных проблем при строительстве станций метрополитена открытым способом является стесненность городской застройки, которая сильно ограничивает простор для выбора ограждающих конструкций для глубоких котлованов (глубина может достигать до 20 м.). Из-за сложности возведения ограждающих конструкций и проведения дальнейших строительно-монтажных работ в котловане очень сильно возрастают как сроки строительства, так и его стоимость.

Новые разработки в области строительства городских подземных транспортных сооружений, которые уже прошли апробацию в Москве, помогут значительно удешевить строительство «открытым способом» станций и тоннелей метрополитена за счет снижения затрат на временные конструкции и снизить сроки ввода объектов в эксплуатацию.

Основой для строительства современных станций метрополитена становится «московский метод возведения подземных сооружений», предложенный в [1]. Данный метод является усовершенствованной версией метода «верх-низ», он же «top-down».

В качестве ограждений котлована в данном методе, как и в стандартном методе «верх-низ», используются водонепроницаемые капитальные несущие сборно-монолитные конструкции «стен в грунте» обеспечивающие работу конструкции на всех стадиях строительства и эксплуатации.

Затем приступает черед возведения капитальных перекрытий, опирающихся на прежде сооруженные «стены в грунте». Они будут формировать каркас будущего подземного сооружения.

Но главной особенностью «московского метода» является то, что верхнее перекрытие усиливается временной пространственной стальной конструкцией. Монтаж такой временной конструкции занимает намного

меньше времени, чем устройство монолитных несущих конструкций из классического «top-down».



Рис. 1. Временная пространственная стальная конструкция, выполненная при строительстве 6-тиэтажного подземного паркинга на Тургеневской площади.

В совокупности с подкосами данное нововведение позволяет перекрывать очень большие пролеты котлованов и полноценно использовать верхнее перекрытие как строительную площадку, что в свою очередь дает возможность использования крупногабаритной техники и ускоряет производство работ.

Дальнейшее же взаимодействие с грунтовым массивом осуществляется без отклонения от изначальной технологии «верх-низ». Временные металлические фермы впоследствии демонтируются.

Таким образом, использование пространственных металлических конструкций позволяет значительно ускорить и удешевить процесс возведения подземных сооружений в реалиях г. Москвы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Меркин В.И., Самойлов В.П., Сеницкий Г.М., Зега С.О., Щекудов Е.В., Гадаев Н.Р. Инновационные технологии в строительстве [Научный доклад]. – Москва. 2003 г.
2. Билялова С. А. Метод строительства в стесненных городских условиях // Сборник научных трудов по материалам XXIX международной научно-практической конференции "Перспективы развития науки и образования" (Москва, 31 мая 2018 г.). М.: ИП Туголуков А. В., 2018. С. 596-598.
3. Зега С.О., Бройд И.И. Совершенствование технологии строительства заглубленных сооружений (московский метод) // Труды международной конференции по геотехнике "Геотехнические проблемы

мегаполисов" (Москва, 7-10 июня 2010 г). М.: ПИ Геореконструкция, 2010. Т. 4. С. 1433-1436.

4. *Лебедев И.О., Кириллов А.И., Чугунов А.С.* Технология "Top down" - современное технологическое решение в строительстве // Вестник студенческого научного общества. 2018. Т. 9. № 2. С. 142-144.

5. *Сопегин Г. В., Сурсанов Д. Н.* Перспективы применения технологии строительства методом "top down" в условиях города Перми // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2016. № 1 (21). С. 147-158.

6. *Чернышова А. М.* Технология возведения подземной части здания или сооружения "московским методом" // Строительство - формирование среды жизнедеятельности : сб. тр. XXI Междунар. науч. конф. (Москва, 25-27 апреля 2018 г.). М.: МИСИ - МГСУ, 2018. С. 370-372.

РАСЧЕТ АРКИ С ЗАТЯЖКОЙ С УЧЕТОМ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ

Большепролетные конструкции широко применяются в гражданском строительстве в качестве покрытий и перекрытий различных спортивных сооружений, концертных и выставочных комплексов, торговых помещений и т.д. Известны различные виды большепролетных стальных конструкций - висячие (мембранные и вантовые), арочные, ферменные и т.д. [1, 2, 3].

Рассмотрено здание теннисного спортивного комплекса прямоугольное в плане, с размерами в осях 192 x 108 м. Покрытие здания выполнено в виде арок. Пролет арок 108 м. Высота здания в коньке 30.5 м, в карнизе 23 м. Шаг основных колонн 12 м. Каркас стальной рамно-связевой. Опирание арок - шарнирное. Суммарная расчетная равномерно распределенная нагрузка по арке принята 75 кН/м. Сечение арки проектируется в виде замкнутого прямоугольного сварного профиля. Затяжка принята в виде двух полос стали, раскосы - из квадратных труб.

Задачами настоящего исследования является определение оптимальной конструкции арочного покрытия. Рассмотрены 2 варианта конструкции – двухшарнирная арка и арка с затяжкой.

Расчет арки выполнялся с использованием программного комплекса Лира-САПР в геометрически нелинейной постановке. Т.к. задачей являлся анализ работы арки в своей плоскости, то были рассмотрены плоские расчетные схемы арок (рис. 1).

На арку с шагом 6 м опираются прогоны. Между точками опирания прогонов арка разбита на 6 конечных элементов. Тип принятого конечного элемента – КЭ 310, геометрически нелинейный универсальный пространственный стержневой КЭ (нить).

Для арки с затяжкой задавалось предварительное натяжение затяжки за счет приложения к ней температурной нагрузки. Для анализа влияния величины предварительного напряжения на напряженно-деформированное

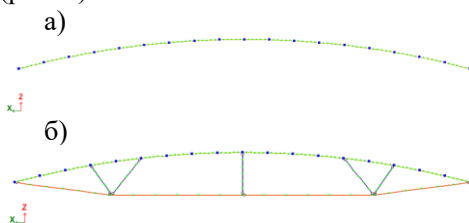


Рис. 1. Общий вид расчетной схемы

а) двухшарнирная арка; б) арка с затяжкой.

состояние арки рассмотрены различные величины температурной нагрузки (-50 °С; -100 °С; -150 °С; -200 °С; -400 °С).

Расчет выполнялся в геометрически нелинейной постановке. Принят метод нелинейного расчета с автоматическим выбором шага.

Для арки с затяжкой нелинейное нагружение с учетом технологии ее монтажа включало в себя 3 последовательно прикладываемых нагружения:

1. Преднапряжение затяжки с помощью температурной нагрузки.
2. Расчетный собственный вес несущих элементов конструкции.
3. Расчетная погонная нагрузка, включающая в себя постоянную нагрузку от веса ограждающих конструкций покрытия и снеговую нагрузку.



Рис. 2. Зависимость массы арки от величины предварительного напряжения затяжки.

В результате для двухшарнирной арки принято сечение в виде прямоугольной сварной трубы 2-650x40+2-1320x36, для арки с затяжкой: арка – прямоугольная сварная труба 2-600x40+2-800x36, затяжка из 2-х полос -400x35, раскосы из квадратной трубы 300x10. Исходя из обеспечения жесткости принята величина предварительного натяжения, создаваемая температурной нагрузкой -50 °С.

Для определения критической нагрузки, вызывающей потерю устойчивости арки к ней была приложена погонная нагрузка 158 кН/м и выполнен геометрически нелинейный расчет.

На основе расчетов получено, что критическая нагрузка, при которой происходит потеря устойчивости арки в своей плоскости по результатам геометрически нелинейного расчета составляет:

- для двухшарнирной арки $0.8 \cdot 158 = 126.4$ кН/м;
- для арки с затяжкой $0.85 \cdot 158 = 134.3$ кН/м

Для двухшарнирной арки критическая нагрузка также была определена аналитически [4].

Результаты определения критической нагрузки приведены в табл. 1.

Табл. 1

Значения критической нагрузки для арки

Вид расчета	Критическая нагрузка, кН/м	
	Двухшарнирная арка	Арка с затяжкой
Геометрически нелинейный расчет	124.6	134.3
Аналитический расчет	171	-

Вывод. Критическая нагрузка, при которой происходит потеря устойчивости арки [5] с затяжкой выше, чем для двухшарнирной арки. Также масса арки с затяжкой меньше, чем двухшарнирной арки. Кроме того, арка с затяжкой не передает распор на колонны, что уменьшает их сечения и упрощает узлы. Таким образом, принято решение применить в качестве конструкции покрытия арку с предварительно напряженной затяжкой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семенов А.А., Демидова Д.А., Нафикова А.А., Зимин С.С., Николаев Д.И. Вариантное проектирование конструкции покрытия большепролетного спортивного сооружения // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2018. № 5 (68). С.24–35.
2. Еремеев П. Г. Металлические конструкции покрытий уникальных большепролетных сооружений // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 3. С.19-21
3. Кривошапко С.Н., Мамиева И.А. Выдающиеся пространственные сооружения последних 20 лет// Монтажные и специальные работы в строительстве. 2012. № 12. С. 8-14.
4. Горев В.В. Металлические конструкции. Том 2. Конструкции зданий. – М.; Высшая школа, 2004. – 528 с.
5. Дмитриев А.Н., Семенов А.А., Лалин В.В. Устойчивость равновесия упругих арок с учетом искривления оси // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2018. № 4 (67). С. 19-31.

АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ДЕРЕВЯННОМ ДОМОСТРОЕНИИ

Деревянное домостроение – одно из прибыльных сегментов рынка деревообработки. Для того чтобы ускорить выполнение проектно-конструкторские работы организации используют программные комплексы при создании архитектурного проекта и при подготовке проектной документации.

Актуальный этап развития деревянного домостроения характеризуется обращением компьютерных технологий в конкретную производственную составляющую жизненного цикла, переходом от автоматизации отдельных тем и подразделений предприятия к технологиям автоматизации всех проектно-конструкторских, технологических и производственных задач. Бумажный способ уже все реже используется конструкторскими бюро, так как занимает больше времени и имеет погрешности. Расходы, которые несет предприятие на покупку программного обеспечения и курсы сотрудников для обучение полностью окупаются эффективностью и качеством работы с компьютером. К тому же, подобной путь позволяет вводить всю документацию в числовом варианте и обеспечивает практичность сведения с другими компаниями и дочерними предприятиями.

Основная цель системы автоматизированного проектирования (САПР) – это повышение производительности труда инженеров посредством предоставления взаимодействия с ЭВМ.

Применение трехмерного моделирования, позволяет четко проанализировать модель и представить клиенту его будущий дом. В ходе работы возможно свободно обнаружить и исправить недоделки в проекте, поставить его соответствие начальному замыслу.

Рассмотрим пятерку программных продуктов Сударушка, Arcon, CADWORK, Dietrich's, WoodCon.

САПР «Сударушка» - данная программа разработана для создания чертежей и даже моделирования каркаса. Программа имеет функционал, который можно сравнить с AutoCAD и FreeCAD, что является ее особенностью. В программе можно проектирования дома из оцилиндрованных бревен или прямоугольных брусев. В ней проектировщик создает пространственную модель дома, вычисляет

размеры всех бревен и положения всех поперечных вырезов, строятся развертки стен, выводятся таблицы бревен. Но хотелось бы отметить тот факт, что в силу низких системных требований данный комплекс не создает качественную трехмерную модель, и это осложняет общение конструктора и заказчика на начальных этапах проектирования.

Программа Arcon позволяет быстро и качественно просчитать расход пиломатериалов для строительства дома и имеет возможность построения трехмерной модели сооружения. В сравнении с другими САД-системами, эта программа была разработана для решения вопросов, архитекторам, которые связаны с визуализацией различных зданий и сооружений. Из преимуществ данного комплекса, хотелось бы отметить способность высококачественно визуализировать трехмерное изображение. Для выполнения этой задачи потребуется создать объект в двухмерном пространстве. Так как ArCon имеет интуитивный, графический и легкий в использовании интерфейс, архитектор не будет нуждаться в предварительном обучении.

Из минусов отметим недостаток способности для статического расчёта и не осуществляет полный цикл ввиду отсутствия связи с ЧПУ.

Весьма востребованным комплексом является САПР CADWORK. Программа реализовывает комплексное планирование, начиная с архитектурной проработки и конструирования, вплоть до изготовления деталей. Модуль архитектуры позволяет быстрое планирование заявки на строительные работы, а также создавать фотореалистичные изображения. Cadwork обладает большой библиотекой. Все готовые элементы стен, потолков и крыши можно заносить в каталоги и позднее использовать по принципу конструктора при работе с новым проектом. CADWORK позволяет работать с брусом, бревном, каркасом, каркасными панелями, а также массивными клееными панелями. К некоторым недостаткам можно отнести отсутствие расчета по прочности, высокая стоимость и трудности в обучении.

Программа Dietrich's имеет девять рабочих пространств специального назначения, которые призваны обеспечить максимальное удобство работы конструктора. Каждое из рабочих пространств содержит инструменты и элементы управления, которые могут потребоваться для выполнения определенного задания быстро и качественно. На специальной палитре инструментов отображаются определенные инструменты для конкретной задачи. С помощью уникальных инструментов возводится модель проектируемого сооружения. После

окончания моделирования Dietrich's формирует комплект необходимых чертежей.

Неоспоримым преимуществом Dietrich's перед другими САПР этого направления является наличие модуля раскроя Nesting, который обеспечивает полностью автоматический раскрой панелей. В интернете отсутствует достаточное количество обучающих видеороликов и литературы для изучения программы, что является недостатком для многих пользователей данного комплекса.

WoodCon - является современной программой по проектированию деревянных сооружений и крыш. Программу разрабатывали для использования архитекторами, проектировщиками и инженерами. С ее помощью можно создать сложные деревянные конструкции стен и крыш, визуализировать их в виде 3D модели, выводить список необходимого пиломатериала и т.д. В WoodCon возможно создавать деревянные здания и крыши как «с нуля», так и на основе проекта, созданного в ArCon. Имеется возможность вывода конструкции в 3D однако качество визуализации достаточно упрощенное.

В заключении отметим, что выбирая программу для проектирования дома нужно обращать внимание не только на её большой функционал, но и на удобство в использовании. В связи с этим, сначала требуется определить, какие действия вы хотите получить от программы и соответствует ли система навыкам и умению проектирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Уголев, Б.Н.* Древесиноведческие проблемы на форумах 2010 г. // *Деревообрабатывающая промышленность*. 2010. №3. - С. 20-22..
2. *Мищенко А.Е., Мищенко Ю.А., Синенко С.А.* Использование TQM в строительстве. // *Студенческий вестник*. №2 2017 С.55-59.
3. *Алексеев С.Ю.* Влияние формы представления элементов технической системы в программном обеспечении на сложность его алгоритмического обеспечения. // №4 (44) 2018 С: 45-56.
4. *Кунцев А.* Сравнение возможностей отечественных и зарубежных программ для проектирования деревянных домов. // *Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2017 С: 1969-1974.
5. *Струговицкова Т.А.* Проектирование домов из оцилиндрованного бревна и профилированного бруса в программе K3-Коттедж Версия 7.2 // *Центр ГеоС*. Нижний Новгород: 2014. С. 44.

СЕКЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Студент магистратуры 1 года обучения 21 группы ИСА Аветисян Р.Т., студентка 4 курса 15 группы ИСА Билонда Трезубова Е.
Научный руководитель – доц. , канд. техн. наук, доц. Т.К. Кузьмина*

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРИНЯТИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ МОДУЛЬНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

Модульное домостроение на территории СССР начало внедряться в 50-ых годах прошлого столетия. Модульное домостроение в практике получило широкое применение, так как позволяла в кратчайшие сроки вводить жилые объекты в эксплуатацию. На заводах производились готовые модули с размером в комнату. В условиях индустриализации на заводах модули на заводах получали максимально возможную готовность (устанавливались двери, окна, приборы для отопления, сантехнические приборы, электрика. Проектные и научные институты как СССР, так и зарубежных стран заявляли, что в заводских условиях возможно произвести объемный модуль с готовкой под сдачу в 90 % (рис. 1) [1].



Рис. 1. Монтаж объемного блока в проектное положение

Необходимо обратить внимание на преимущества, которые присущи модульному скоростному домостроению. В процессе строительства сокращается подъем различных элементов башенным краном в 4-5 раз. Важно заметить, что модульное скоростное домостроение позволяет сократить трудоемкость на 15-20%. Соответственно, в 2.5-3.0 раза увеличивается скорость возведения объекта. Изучив преимущества модульного домостроения, возникает вопрос: по каким причинам модульное домостроение не получило широко применения в жилищном

домостроении. И какие факторы препятствуют развитию на сегодняшний день? Вывод следующий: отсутствие технического нормирования, отсутствие норм контроля качества строительно-монтажных работ, затруднённая транспортировка модулей в городских условиях, необходимость в промышленных площадях под складирование и хранение модулей выдали в результате отрицательный экономические показатели, без которых все вышеперечисленные преимущества сводятся к нулю.

На сегодняшний день технический прогресс позволяет возводить объекты более рационально. Известны технологические линии конвейерного производства модулей и отработанные технологии. Повсеместно применяются современные башенные краны и механизмы большей грузоподъемностью.

В настоящее время в России функционирует несколько заводов по производству модулей: ЗАО «ОБД» в Краснодаре и «Выбор-ОБД» в Воронеже [2, 4]. Краснодарский завод «ОБД» возводит 230 тыс. м² жилой площади в год (рис.2).



Рис.2. Строящийся объект Краснодарским ЗАО «ОБД».

По итогам проведенного аналитического анализа определены факторы, которые необходимо учитывать при принятии организационно-технических решений. В СССР модульное домостроение имело отрицательный экономический эффект [5,6,7].

- Отсутствие технического нормирования, отсутствие норм контроля качества строительно-монтажных работ;
- Затруднённая транспортировка модулей в городских условиях;
- Квалификация инженерно-технического персонала;
- Наличие механизированной техники и оборудования;
- Необходимость в промышленных площадях под складирование и хранение модулей;

- Отсутствие массового производства;
- Дорогое и сложное оборудование для производства объемных блоков;

Модульное скоростное домостроение позволяет обеспечить население комфортным и недорогим жильем. В развитых странах модульное домостроение быстрыми темпами развивается, внедряя BIM при проектировании [3].

BIM проектирование позволит оптимизировать организационно-технические решения, что сделает модульное домостроение высокоперспективным направлением.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Захарова М.В., Пономарев А.Б.* Опыт строительства зданий и сооружений по модульной технологии // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура – 2017. –Т. 8, № 1. – С. 148–155.
2. *Аветисян Р.Т.* Перспективы развития объемно-блочного домостроения в России // Дни студенческой науки – 2020. Стр. 1256-1258.
3. *Липидус А.А., Аветисян Р.Т., Мирзаханова А.Т., Казарян Р.Р.* Перспективы развития BIM технологий на территории российской федерации // Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы - 2019. С. 331-334.
4. *Курбанов З. А., Пономарев А. В., Овсянников С. В.* Объемно-блочное домостроение: история и современные тенденции // Избранные доклады 62-й университетской научнотехнической конференции студентов и молодых ученых. Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет - 2016. С. 841-845.
5. *Бронников П.И.* Объемно-блочное домостроение. М.: Стройиздат. - 1979. 160 с.
6. *Олейник П.П., Пахомова Л.А.* Опыт строительства жилых зданий из объёмных модулей и перспективы организации строительства крупномодульного домостроения// В сборнике: Актуальные проблемы строительной отрасли и образования. Сборник докладов Первой Национальной конференции. 2020. С. 349-352
7. *Пахомова Л.А., Олейник П.П.* Комфортное жильё нового индустриального поколения // Строительное производство. - 2020. № 2, С. 23-28.

РАЗВИТИЕ И ПЛАИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ СТРОИТЕЛЬСТВА МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ

Сегодня одной из наиболее актуальных проблем современности является состояние природы нашей планеты. В России экологическая ситуация носит более «острый» характер по сравнению с другими странами, так как за рубежом проблемой эффективной утилизации отходов стали заниматься намного раньше ввиду стесненности государственных территорий, больших затрат на содержание полигонов, а также близкого расположения океанов и морей. Огромное скопление твердых бытовых отходов, их захоронение на полигонах сегодня наносит большой вред не только окружающей среде, но и экономике страны в целом, так как на содержание свалок, вывоз мусора и производство новых материалов тратится немалая часть государственного бюджета.

Стоит отметить, что зарубежный опыт сортировки и переработки твердых бытовых отходов позволил не только решить экологическую проблему, но и раскрыл новые возможности преобразования мусора в материалы для вторичного использования и альтернативный способ получения электроэнергии. Многие страны настолько успешно внедрили в социальную жизнь граждан систему сортировки и грамотной утилизации отходов, что теперь в государствах перерабатывается и преобразуется в электроэнергию от 49% до 98% мусора, тогда как показатели России свидетельствуют о совершенно противоположном результате не в лучшую сторону [4].

Сегодня на территории Российской Федерации организуются различные мероприятия по внедрению системы сортировки и переработки твердых бытовых отходов и сокращению мусорных полигонов и несанкционированных свалок. Инвесторы и индивидуальные предприниматели, государственные предприятия все больше интересуются строительством и открытием мусоросортировочных и мусороперерабатывающих заводов. Но ввиду того, что реализация подобного производства начала развиваться в нашей стране относительно недавно, процесс организации строительства вызывает множество вопросов, как у заказчиков, так и у подрядчиков, ранее не занимающихся данным видом строительства [2,7]. Это значительно сужает профиль строительных организаций, что негативно

влияет на их развитие и прибыль, ведь потребность в мусороперерабатывающих заводах в ближайшие годы будет только расти. Реализованные на сегодняшний день проекты мусороперерабатывающих комплексов носят преимущественно индивидуальный характер, так как были разработаны частными строительными организациями, специализирующимися на возведении подобных промышленных зданий [3]. Вследствие сложившейся ситуации у компаний, желающих расширить свой профиль и развиваться в мусороперерабатывающей отрасли, может сложиться ложное впечатление о сложности реализации подобных проектов, так как в данном виде промышленности нет единой системы нормативно-технической документации. Разработка подобной информационной базы позволила бы сформировать четкое представление о строительстве и эксплуатации мусороперерабатывающих заводов, тем самым повысив интерес физических и юридических лиц к реализации подобных проектов и решив ряд проблем, возникающих при их возведении.

На начальном этапе проектирования мусороперерабатывающих заводов можно обратиться к разработке специальных технических условий (СТУ) на соответствующий объект.

В случае разработки специальных технических условий для проектирования мусороперерабатывающего завода данный документ будет определяться как СТУ по промышленной безопасности опасных производственных объектов капитального строительства. Специальные технические условия должны включать в себя: обоснование необходимости разработки данного документа; перечень дополнительных требований, которые будут разработаны для объекта; информацию о самом объекте (заказчик, цель строительства, назначение объекта, месторасположение, застройщик, проектировщик); данные о разработчике СТУ; основные инженерные и планировочные решения с приложенными чертежами, планами и схемами.

Сегодня ввиду существования немалого количества подрядных организаций, практикующих строительство мусороперерабатывающих заводов, а также компаний, занимающихся проектированием и поставкой оборудования для сортировки и переработки твердых бытовых отходов, у нас есть возможность сопоставления уже существующих промышленных объектов данной отрасли[5]. Существующие трудовые и материальные ресурсы позволяют провести сравнительный анализ реализованных проектов, затраченных средств и примененных технологий строительства для создания типовых

проектных решений и составления на них СТУ, позволяющих узнать основную информацию о проектировании, возведении и эксплуатации мусороперерабатывающих заводов [1,8].

Поэтапная разработка типовых решений проектирования на строительство мусороперерабатывающих комплексов и составление базы нормативно-технической документации позволит значительно повысить спрос и предложение в сфере строительных услуг, что поможет решить не только промышленную, но и экономическую, экологическую сферы государства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *А.А. Рзаева, А.А. Жуковский* Анализ проектов-аналогов и нормативных требований к проектированию заводов по утилизации мусора// Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2019. - №1. – С.310-315.
2. *Белюсова И.П.* К вопросу о строительстве мусороперерабатывающих заводов// Новые технологии – нефтегазовому региону. – 2019. - №4. – С.214-217.
3. *Папченко А.В.* Архитектурные особенности формирования мусороперерабатывающих заводов// Традиционная и инновационная наука: история, современное состояние, перспективы. – 2020. - №1. – С.161-163.
4. *Сергеева Н.В., Горбачёва А.Е.* Проблема переработки отходов производства и потребления// Трансформация национальной социально-экономической системы России. – 2020. - №1. – С.141-145.
5. *Бидов Т.Х.* Организационно-технологические и управленческие решения использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций// Научное обозрение. – 2017. - №13. – С.54-57.
6. *Lapidus A., Khubaev A., Bidov T.* Organizational and technological solutions justifying use of non-destructive methods of control when building monolithic constructions of civil buildings and structures // MATEC Web of Conferences (см. в книгах). 2019. Т. 251. С. 05014.
7. *Khubaev A., Bidov T., Rybakova A.* Analysis of physical and mechanical properties of vacuum treated claydite-concrete// MATEC Web of Conferences. 2018. С. 04071.

ПАРАМЕТРЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО НАДЗОРА

Негативное влияние на экологию происходит почти на всех стадиях строительного производства: при производстве изыскательских работ, при строительстве зданий и сооружений, карьеров. Для районов строительства, особенно промышленного, характерны высокий уровень загрязнения воздуха, воды, почвы [1,2].

При разработке раздела проектной документации по охране труда и охране окружающей среды проектировщики стремятся уменьшить негативное влияние, связанное с осуществлением строительного производства [3].

Типы загрязнений

- физические загрязнения – радиоактивные элементы (излучение), нагрев или тепловое загрязнение, шумы;
- химические загрязнения газообразные производные углерода и жидкие углеводороды, моющие средства, пластмассы, пестициды, производные серы, тяжелые металлы, фтористые соединения, аэрозоли и др.
- энергетические (физические) загрязнения — энергия тепловая, механическая (вибрация, шум, ультразвук), световая, электромагнитные поля, ионизирующие излучения.

Государственный строительный надзор осуществляется при строительстве, реконструкции объектов капитального строительства, а также при их капитальном ремонте, если при его проведении затрагиваются конструктивные и другие характеристики надежности и безопасности таких объектов и проектная документация таких объектов подлежит государственной экспертизе, либо проектная документация таких объектов является типовой проектной документацией или ее модификацией [4].

Предметом государственного строительного надзора является проверка соответствия выполняемых работ в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства требованиям технических регламентов и проектной документации.



Рис. 1. Виды экологического влияния строительного производства

В соответствии с Федеральным законом "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" от 30.12.2009 N 384-ФЗ можно выделить ряд параметров, которые необходимо контролировать в процессе строительного производства [1,4,5]:

- загрязнение воздуха в ходе строительства от строительной техники;
- загрязнение воздуха в ходе строительства от строительных материалов (пыли, влаги, вредных и неприятно пахнущих веществ);
- загрязнение воды в ходе строительства;
- качество питьевой воды при вводе в эксплуатацию;
- уровень инсоляции и солнцезащиты в ходе строительства или в помещениях;
- шум от строительной техники в ходе строительства, от строительных процессов, оборудования;
- уровень поверхностных воды;
- вибрация от строительной техники и строительных процессов, от строительного оборудования;
- выбросы автотранспорта и других механизмов, действующих в зоне строительной площадки
- вибрационное воздействие при вводе в эксплуатацию (вентиляционное оборудование; лифтовое оборудование; технологическое оборудование и т.п.);
- уровень электромагнитного поля от строительной техники, от объектов электроснабжения на строительной площадке;
- температура (температурный режим) зоны производства работ, в бытовых помещениях, а также температура применения строительных материалов;

- утилизация строительных отходов при производстве работ;
- уровня ГСН, попадающих в грунт;
- уровня ГСН в плодородном слое грунта
- уровень загрязнения водоемов.

Решением данной проблемы строительного производства, оказываемой одно из глобальных негативных влияний на окружающую среду, состоят в следующем: формировании системы оценки экологического влияния строительного производства при осуществлении государственного строительного надзора, с рядом мероприятий по устранению выявленных несоответствий [6].

Таким образом, при использовании такой системы будет возможность контролировать все возможные негативные факторы влияния на экологию, своевременно их обнаружить.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" от 30.12.2009 N 384-ФЗ
2. *Лучкина В.В.* Оптимизация проекта энергоэффективного строительства и анализ рынка энергоэффективных технологий при проектировании зданий // Системные технологии. – 2018. №3(28). 2018. С. 5-13
3. *Luchkina V.* Business center construction project as the model of resource-saving building, Journal of Physics: Conference Series. Vol. 1614. 012033. 2020
4. *Topchiy D., Ekba S., Kochurina E.* Destabilizing factors of urban renovation // В сборнике: E3S Web of Conferences. Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019. 2020. С. 04032.
5. *Tokarsky A., Topchiy D., Ekba S., Bolgov V., Gorochov A.* Methodological foundations of assessment of the impact of state construction supervision during reprofiling big urban areas // В сборнике: E3S Web of Conferences. Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE 2019. 2020. С. 04037.
6. *Топчий Д.В., Ланидус А.А., Болотова А.С., Атаманенко А.В.* Автоматизированная систематизация формирования исполнительной документации контроля качества строительно-монтажных работ при реновации промышленных кластеров// Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019661333, 27.08.2019. Заявка № 2019660199 от 20.08.2019.

ПРИМЕНЕНИЕ АКВАПАНЕЛЕЙ ДЛЯ ОТДЕЛКИ ЗДАНИЙ В ЗАВОДСКИХ УСЛОВИЯХ

Аквапанель — это уникальный материал для отделки. Толщина листа составляет 12,5 мм. Основа аквапанели является сердечник из цементной смеси с легким минеральным наполнителем. Каждая плита обладает важными качествами, такими, как: прочность, долговечность, влагостойкость, устойчивость к морозам, стабильность размеров, а также возможность создать криволинейную поверхность с радиусом изгиба до 1 метра. [1.2] Навесная фасадная система с воздушным зазором представляет из себя конструкцию из нескольких слоев утепления несущей части стены. Аквапанели обладают высокими показателями к противостоянию осадкам и неблагоприятным условиям окружающей среды. «Применяется для утепления стен с внешней стороны, в зданиях различного назначения [3].

- Защита стен от атмосферных воздействий
- Вентиляция внутренних слоев конструкции наружных стен
- Защита утеплителя от увлажнения
- Нивелирование термических деформаций
- Выравнивание неровностей поверхности
- Возможность создания гладких бесшовных поверхностей» [4,5].

Фасадные концепции с применением внешней аквапанели Кнауф, станут увлекательны, равно как с целью строй учреждений, занятых гражданско-индустриальным постройкой, таким образом также индивидуальным девелоперам, использующим инновационные и технологические процессы постройки ЛСТК, либо деревянные каркасы. И в том, и в ином случае, свойство, темп, технологичность, а также надежность построенных строй систем, станет в весьма высоком уровне. Фасадные системы Кнауф, применяются, как для новых зданий, так и для реконструкции, утепления и реставрации обветшавших фасадов. Концепция «Наружная стена КНАУФ АКВАПАНЕЛЬ» состоит из опорного каркаса с шагом 600 мм, обрешетки (обеспечивающей вентиляционный зазор), теплоизоляции, пароизоляции, аквапанели и тонкослойной декоративной штукатурки, армированной стеклотканевой сеткой. Допускается крепление аквапанелей непосредственно к каркасу,

без вентиляционного зазора. «Деятельность согласно монтажу внешней аквапанели выполняются в следующей последовательности:

1. Создается каркас из термопрофиля ЛСТК, согласно проектной документации.
2. Ветрозащитная мембрана крепится с внешней стороны стены, поверх неё устанавливается обрешетка из профиля для аквапанелей-25, для создания вентиляционного зазора.
3. К обрешетке шурупами крепятся листы аквапанелей, без предварительного просверливания. Зазор меж листами должен составлять 3-5 мм.
4. Зазоры заполняются штукатурно-клеевым составом «Севенер», в который вдавливаются армирующая лента шириной 10 см.
5. После высыхания, вся поверхность аквапанели, оштукатуривается слоем 3 мм., «Севенером», в который вдавливаются армирующая сетка и заглаживается. Таким образом подготавливается основание под финишную отделку.
6. С внутренней стороны закладывается теплоизоляция, устанавливается пароизоляция и зашивается внутренней аквапанелью, либо гипсокартоном или гипсоволокном» [5,6,8].

Преимущества использования аквапанелей в фасадных системах:

- Экологически чистый материал, который не содержит в себе вредных примесей, которые негативно сказываются на человека и окружающую среду;
- Влагостойкость, что не позволяет материалу набухать, менять размеры и формы, также практически полностью исключает крошение и поражение биологическими факторами;
- Прочность, что влечет за собой долговечность фасадов;
- Легкость в установке аквапанелей;
- Есть шанс использования изогнутых поверхностей;
- Экономически выгодный материал по соотношению цена-качество;
- Аквапанели обладают высоким порогом горючести, а значит могут выдерживать даже высокий огонь.

Из проведенного исследования можно сделать вывод, что использование аквапанелей в качестве как внутреннего, так и внешнего отделочного материала снижает трудозатраты, увеличивает архитектурную выразительность за счёт физических свойств [7]. На сегодняшний день данный материал зарекомендовал себя на рынке, что

повышает спрос в этой сфере строительства. В результате можно отметить, что благодаря рассмотренным преимуществам и характеристикам данная технология является перспективной и вскоре займет достойное место в строительной отрасли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ботабеков А.* Проектирование сейсмостойких конструкций с комплектными системами сухого строительства // Учебное пособие [Электронный ресурс]. - Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2013. - 272 с.; ISBN 978-5-93093-574-2.
2. *Парикова Е.В., Г. Н. Фомичева.* Материаловедение для каркасно-обшивных конструкций: учебное пособие для использования в образовательном процессе образовательных организаций, реализующих программы среднего профессионального образования по профессии "Мастер отделочных строительных и декоративных работ", "Мастер отделочных строительных работ", "Мастер сухого строительства" // Москва: Академия, 2019. - 142, [1] с.: ил., табл. - (Профессиональное образование. Строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы).
3. *Долгополов С.П.* Современный справочник по гипсокартону: новые технологии, комплектные системы, эффективные приемы работы с гипсокартоном // Изд. 2-е. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. - 219 с. - (Стройвариант); ISBN 978-5-222-12823-7.
4. *Жуков А.Д.* Системы вентилируемых фасадов // Научно практический Интернет журнал «Наука. Строительство. Образование». Выпуск 201.
5. *Иванова А.С.* Дизайн и технологии использования облицовочных материалов // Изд-во Иркутского нац. исследовательского технического ун-та, 2016, 154 с.
6. *Аветисян Р.Т., Мирзаханова А.Т., Казарян Р.Р.* Анализ элементов технологий устройства навесных вентилируемых фасадов с применением различных облицовочных материалов // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования Сборник докладов Первой Национальной конференции / Москва 30.09.2020 – с. 272, Издательство МИСИ – МГСУ, ISBN 978-5-7264-2822-2.
7. *Синеко С.А., Жадановский Б.В., Кужин М.Ф.* Элементы поточной организации строительства при выполнении фасадных работ // Научное обозрение. 2017. № С. 23-28.
8. *Кузьгов А.К.* Требования к качеству и приёмка работ навесных вентилируемых фасадов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015 №1. С119-121.

*Студентка 4-го курса 15 группы института ИСА Билонда Трезубова Е.
Студент магистратуры 1 года обучения 21 группы ИСА Аветисян Р.Т.
Научный руководитель – ст. преп. Т.Ю. Познахирко*

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ РИСКОВ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Применение информационных технологий (ИТ) в управлении строительными проектами стало решающим фактором для успешного завершения проектов с учетом времени, качества и финансовых затрат.

В последнее десятилетие внимание научного и профессионального сообществ России и лидирующих зарубежных стран заострено на проблеме развития информационного моделирования объектов строительного сектора. В результате анализа были исследованы основные аспекты современных информационных технологий [1, 6].

Применение цифровых технологий позволит изыскателям, инженерам, дизайнерам и архитекторам работать в едином информационном поле и реализовывать сложные проекты различного назначения. Однако, реализация в практике цифровых методов проектирования сталкивается с различными проблемами. Необходима смена или переквалификация персонала, подходов в решении задач [2, 8].

Существует два главных направления цифрового моделирования:

1) Постепенный переход от привычных информационных моделей в трехмерном пространстве (3D) к моделям более высокого уровня, содержащие дополнительные данные о строящемся объекте в 5D;

2) Следующим направлением является перевод структурированной инженерной информации об объекте в облачные сервера [3, 7, 9].

Минимизация и применение методов, позволяющих снижать риски на различных этапах жизненного цикла объекта, являются актуальным вопросом для строительного сектора [4].

Применение цифровых технологий позволяет получать точную модель в цифровом поле, которая содержит в себе точные геометрические параметры и необходимую информацию о проектируемом объекте.

Для получения максимальной эффективности в проектировании и минимизации и появления рисков на этапах строительства необходимо:

- разработка дельного календарного плана строительства;

- создание информационной модели проектировщиками как одной команды;
- после введения объекта в эксплуатацию цифровая модель здания продолжает оставлять информацию об объекте на облачных серверах;
- в последнее время набирает популярность применения цифровой модели объекта в трехмерном пространстве с дополнительными факторами: время (4D), смета (5D) и т. д.

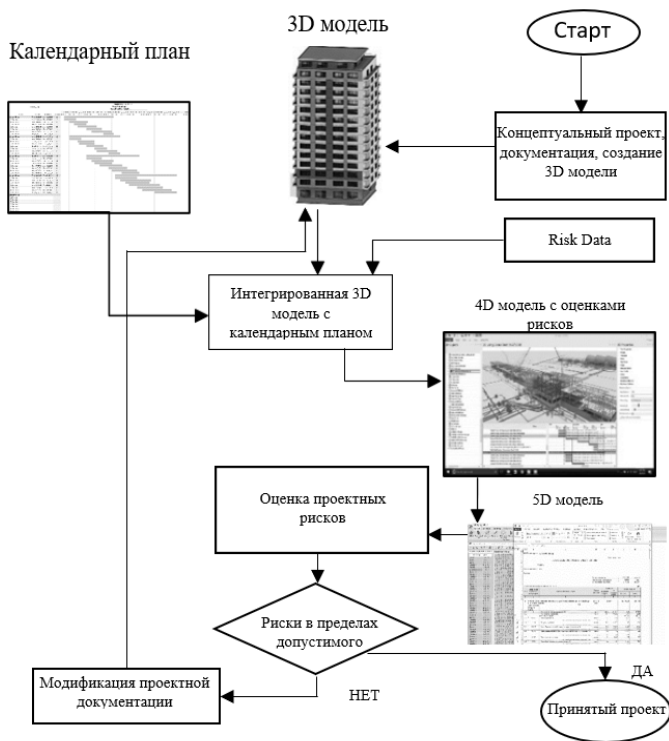


Рис. 1. Блок-схема рассматриваемого метода.

Выше показана принципиальная схема, необходимая для минимизации появления рисков при согласовании проектов (рис.1) [5].

Таким образом, можно выделить следующие сферы цифровых технологий для минимизации рисков на различных этапах жизненного цикла объекта:

1. разработка 4D и 5D (визуализация, быстрый расчет стоимости);
2. детализирование (помогает выявить и распознать ошибки);
3. планирование (предугадывать пространственно-временные коллизии);
4. коммуникация всех участников реализации проекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

6. *Аветисян Р.Т., Билонда Трегубова Е.* Применение экономико-визуальной модели в строительстве с целью эффективной реализации проектов // Дни студенческой науки. Москва, 2020 г. С. 1289-1291.
7. *Аветисян Р.Т., Билонда Трегубова Е., Казарян Р.Р.* Экономико-визуальное моделирование - как фактор оптимизации задач различных этапов жизненного цикла объекта // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования. Москва, 2020 г. С. 988-994.
8. *Познахирко Т.Ю., Топчий Д.В.* Особенности внедрения BIM в процесс разработки проектной документации // Строительное производство. 2020. № 1. С. 69-72.
9. *Познахирко Т.Ю.* Современные компьютерные методы календарного планирования // Наука и бизнес: пути развития. 2019. № 2 (92). С. 132-134.
10. *Kazaryan, R., Galaeva, N., Avetisyan, R., Aliev, S.* Building lifecycle management based on 4D modelling as the main workspace for building risk assessment // E3S Web of Conferences, 2020, 224, 02023
11. *Sinenko S., Poznakhirko T.* Summarising progressive approaches to choosing organisational and technological solutions for the construction of buildings// MATEC Web of Conferences– 193–2018. – 05011
12. *Sinenko S., Poznakhirko T., Obodnikov V.* Automation of visualization process for organizational and technological design solutions // MATEC Web of Conferences–270, –2019. –05008.
13. *Oleynik P., Sinenko S., Zhadanovsky B., Brodsky V., Kuzhin M.* Construction of a complex object// MATEC Web of Conferences 2016. С. 04059.
14. *Losev K, Chulkov V., Kazaryan R.* Modeling and Assessment of a Building Intellectual Grade in the Community of Full Participant in Construction Activities// IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 463 (2018) 032085.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТ ПРИ БЛАГОУСТРОЙСТВЕ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Организационно-технологические решения в современном мире развиваются в направлении улучшения экологической обстановки, а также внедрения современных технологий в иных отраслях, а именно в сфере электронного мониторинга и применения современных средств контроля территории. Применение таких технологий как «умный двор» и «зеленый город» позволяют кардинально снизить потери для окружающей среды от выхлопов автомобилей. Так же в свою очередь технология «умный двор» позволяет уменьшить затраты на электроэнергию за счет датчиков контроля освещенности. В условиях современного мира технология «умный двор» позволит увеличить количество парковочных мест за счет систем шлагбаумов, а также упростить прохождение на территорию.



Рис. 1. Применение технологии «зеленый город»

Неотъемлемой частью решений по благоустройству территории является детские площадки. На примере опыта благоустройства детских площадок прошлых лет мы можем видеть разрозненные игровые элементы, включающие в себя песочницы, беседки, горки зачастую самодельные или выполненные без соответствия ГОСТ и регламентов по безопасности. В современном мире сделать такое не представляется возможным.

Основным критерием оценки территории являются: существующий рельеф. Именно за счет существующего рельефа можно реализовать различные решения по ландшафтному дизайну, провести организацию стоков дождевых вод и применить к территории решения по внедрению современных технологий.

Так же комплексными критериями для оценки территории являются: существующие элементы сопряжения рельефа, наличие лестниц, парапетов, подпорных стенок и т.д., соответствие нормативным документам, регламентирующим показатели высоты, ширины ступеней, целостность и углы откосов. Так же возможно использование существующего дорожного полотна в зависимости от его вида и целостности. На основании всех этих факторов составляется схема ландшафтного потенциала, на основе которой делаются различные проекты по благоустройству территории [1].

Основными концепциями современных решений по благоустройству территории являются:

- благоустройство двора с применением средств ландшафтного дизайна и архитектуры;
- создание безбарьерной жилой зоны;
- создание дворов без парковок, для свободного перемещения детей, а также слабовидящих и слабослышащих жильцов и гостей комплекса;
- организация специально отведенных зон для парковки автомобилей и выгула собак;
- организация объектов социальной инфраструктуры, а именно детских садов и школ;
- увеличение количества «зеленых зон», в том числе за счет крыш домов или висячих палисадников;
- высокий уровень освещенности территории за счет применения современных светодиодных светильников [2].

Благоустройство территории — это один из важнейших этапов капитального строительства, определяющий уровень качества жизни людей, проживающих в жилищных комплексах.

В последнее время крупные застройщики города Москвы реализуют концепцию городских образований, которые, в свою очередь, подразделяются на жилые районы, кварталы, комплексы. Городская комплексная жилая застройка реализуется в масштабах микрорайона большой площади - кластера, построенного для проживания и экономичного, рационального и эффективного использования пространства, в котором жилые дома сочетаются с социальными,

образовательными, развлекательными и культурно-бытовыми объектами, как правило объединенными, либо расположенными в жилых комплексах и строятся по принципам интеллектуального урбанизма.

В данной диссертации рассмотрю термин «Кластер городской жилой застройки», сформулирую принципы интеллектуального урбанизма, определю параметры кластера и опишу принципы формирования надежности организационно-технологической модели кластера городской жилой застройки [5]

Кла́стер (англ. cluster — скопление, кисть, рой) — объединение нескольких однородных элементов, которое может рассматриваться как самостоятельная единица, обладающая определёнными свойствами [6].

Градостроительное понятие «Кластер» подразумевает территориальное образование внутри мегаполиса, представляющее собой относительно автономную единицу и обеспечивающее своим жителям полный набор городских функций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *О.А. Горанова, Л.А. Апрощенко.* Комплексное благоустройство городских территорий Москвы // Внешнее благоустройство. М.: Московский городской университет управления Правительства Москвы, 2017. 201 с.
2. *Ю.В. Княжевская, С.О. Кузнецова.* Благоустройство в реновации // Подходы и проблемы. М.: ГБУ «Главное архитектурно-планировочное управление Москомархитектуры», 2018. 137 с.
3. *М.В. Быкова, Л.А. Апрощенко.* Комплексное благоустройство городских территорий Москвы // Социальное, инженерное и экологическое благоустройство. М.: Московский городской университет управления Правительства Москвы, 2019. 266 с.
4. *Семененко М.Ф.* Организационно-технологическая надежность формирования кластера городской жилой застройки// Наука и бизнес: пути развития. №9(99), 2019, с. 40-45. - ВАК по 05.02.22
5. *М. F. Semenenko, Mirzakhanova A. T.* Organizational and technological reliability of the cluster formation of urban residential development// E 3S Web of Conferences 164, 04033 (2020).
6. *Семененко М.Ф.* Формирование системы управления организационными моделями реализации проектов квартальной застройки //В сборнике: Обеспечение качества строительства в г. Москве на основе современных достижений науки и техники. Сборник трудов Первой совместной научно-практической конференции ГБУ «ЦЭИИС» и ИПРИМ РАН. 2019. С. 242-257. - РИНЦ

ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ РЕНОВАЦИИ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА МОСКВЫ

С недавнего времени в терминологии строительной отрасли появился новый термин – реновация. Многие ошибочно считают, что реновация является разновидностью реконструкции, что является заблуждением.

Согласно ГрК [1] реконструкция – это изменение параметров объекта или его частей, а также замена и (или) восстановление несущих строительных конструкций, за исключением замены таких конструкций на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций. Реновация же – это принудительное освобождение территории от зданий и сооружений в независимости от их физического состояния для расчистки территории под будущие постройки.

Реновация, в полном смысле своего слова, впервые воплотилась в жизнь и стала возможным с принятием Постановления Правительства г. Москвы № 497-ПП [6]. Принятие данного постановления было необходимым шагом для решения проблемы связанной с увеличением ветхого и аварийного жилья в столице.

Под Программу реновации попали дома первого индустриального поколения, построенные в 1957-1968 гг. следующих серий: К-7, П-32, П-34, П-35, 1-510, 1-511, 1-515, 1605 АМ, 1МГ-300 и др. [4]. Дома этих серий имеют значительный физический и моральный износ, требующий значительных финансовых вложений и организационных решений для проведения капитального ремонта.

Однако, в результате проведенных исследований было выявлено, что значительных улучшений состояния зданий и комфортности проживания в них людей не произойдет. Поэтому было принято решение о включении домов данных серий в Программу реновации, т.е. о проведении следующих организационных мероприятий: переселении людей, ликвидации объекта и строительстве новых жилых домов с благоустроенными общественными территориями.

Программа реновации в Москве принята до 2032 г. За это время будут ликвидированы 5175 домов первого индустриального поколения, переселению подлежат свыше 350 тыс. квартир, новом жильем обзаведутся более 1 мил. москвичей.

Организационные решения принятые в рамках реновации являются важнейшей составляющей данной программы. Процесс волнового

переселения по Программе реновации начинается с организации 489 стартовых площадок, на которых будет начато возведение новых многоквартирных жилых домов. После сдачи объектов в эксплуатацию в них начнут переселяться люди из зданий, подлежащих ликвидации. После сноса (демонтажа) первых пятиэтажек на их месте начинается строительство новых объектов, куда второй волной переедут еще большее количество людей из других переселяемых зданий. Данный процесс волнового переселения будет повторяться до тех пор, пока последний дом, входящий в Программу реновации, не будет расселен.

К строящемуся многоквартирному жилым домам по Программе реновации предъявлены высокие требования комфортности. В новых домах будут внедрены энергоэффективные технологии в области потребления и распределения энергоресурсов для сокращения эксплуатационных затрат, использованы новые материалы с улучшенными свойствами для увеличения тепло- и звукоизоляции, входные группы обеспечены доступом для инвалидов или маломобильных групп населения, помещения первых этажей использоваться в качестве коммерческой недвижимости, помещения выполнены с улучшенной отделкой, а высота их увеличена и др.

Реновация благоприятным образом отразится на архитектурном облике столицы, появятся новые благоустроенные кварталы со всей необходимой инфраструктурой [3]: старые и унылые пятиэтажки заменят на новые и современные высотки, в новых кварталах будут увеличены пешеходные зоны, созданы места для стоянки автомобилей: паркинги и надземные автостоянки, благоустроены и озеленены общественные пространства, устроены детские и спортивные площадки, места для отдыха и выгула домашних животных.

Помимо включения того или иного жилого дома в Программу реновации, соответствующими органами власти г. Москвы, необходимо проведение еще некоторых организационных мероприятий. К таким относится голосование собственниками и нанимателями жилых помещений, которые 2/3 голосов подтвердят решение о включении их дома в данную программу в порядке, предусмотренном постановлением Правительства Москвы № 245-ПП [5].

Все владельцы и наниматели жилых помещений получают взамен своего старого жилья новое, которое будет равнозначным или же равноценным, на безвозмездной основе. Данное жилье должно располагаться в том же районе, где находится прежнее жилье, попавшее под реновацию, комнаты и жилая площадь в данном помещении также

должны соответствовать прошлым показателем (возможны и превышение таких показателей), а общая площадь должна даже превышать старый показатель.

Так же у собственников или нанимателей есть возможность улучшить свои жилищные условия путем доплаты за дополнительные площади или получить взамен своей квартиры денежные средства в размере рыночной стоимости данного жилья. На данную финансовую компенсации так же могут рассчитывать собственники нежилых помещений в зданиях, попавших под Программу реновации.

Но несмотря на это, жители данного многоквартирного жилого дома в любое время могут принять решение об исключении их дома из Программы реновации. Это будет возможным при условии, что ни одни права собственности на жилое помещение не были переданы по договору муниципалитету или же не предоставлено равнозначное (равноценное) жилье одному из собственников или нанимателей помещений в данном многоквартирном жилом доме [2].

Программа реновации в Москве действует почти уже 4 года. За это время был наработан не малый опыт, так как с подобными амбициозными задачами в строительной отрасли наша страна сталкивается впервые за последние годы. В следствие чего было принято решение о распространении данной программы на все регионы России: принят федеральный закон о комплексном развитии территорий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 190-ФЗ.
2. Закон Российской Федерации от 15.04.1993 № 4802-1 «О статусе столицы Российской Федерации».
3. *Олейник П.П.* Инновационные методы реновации жилищного фонда // Технология и организация строительного производства. - 2018. - №4. - С. 24-27.
4. *Олейник П.П.* Реновация жилищного фонда первого индустриального поколения // Механизация строительства. - 2017. - №10. - С. 20-23.
5. Постановлением Правительства Москвы от 2 мая 2017 г. № 245-ПП «Об учете мнения населения по проекту реновации жилищного фонда в городе Москве».
6. Постановление Правительства Москвы от 1 августа 2017 г. № 497-ПП «О Программе реновации жилищного фонда в городе Москве».

Студент магистратуры 2 года обучения 21 группы ИСА **Воробьев А.С.**
Научный руководитель – зав. кафедрой ТОСП, д-р техн. наук, проф.
А.А. Лапидус

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Строительство малоэтажных жилых зданий в настоящее время рассматривается как перспективное направление развития [1]. В рамках реализации национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» осуществляется массовая малоэтажная застройка пригородных территорий, ведется формирование новых подходов к организации строительства комплексной малоэтажной застройки.

При этом строительная отрасль является сложно прогнозируемой, на протяжении всего жизненного цикла любой инвестиционно-строительный проект сталкивается с различными негативными факторами, в том числе с возникновением технических рисков [2]. По данным Федеральной службы государственной статистики к основным факторам, ограничивающим строительную деятельность по состоянию на 4 квартал 2020г. можно отнести следующие (рисунок 1).



Рис. 1. Факторы, ограничивающие строительную деятельность

Технический риск – отклонение от запланированного результата, причинами возникновения которого является непредсказуемое и (или) неконтролируемое функционирование технических систем.

Процесс выявления основных факторов и источников технического риска требует выполнения анализа условий реализации проекта, которые

воздействуют на отдельные элементы технической системы [3]. Идентификация рисков и разработка мероприятий, направленных на их ликвидацию позволят осуществлять строительство малоэтажных жилых зданий требуемого качества, без превышения бюджета, и с соблюдением заданных сроков [4]. С этой целью требуется разработать реестр технических рисков, адаптированный под малоэтажное жилищное строительство.

При выполнении работ подготовительного этапа в процессе строительства малоэтажных жилых зданий осуществляется масштабное освоение застраиваемой территории, для которой характерны низкий уровень развития существующей инфраструктуры [5]. Данная особенность обуславливает наличие факторов технического риска, связанных с устройством временных и постоянных инженерных сетей и сооружений.

Обобщая вышеприведенные особенности строительства малоэтажных жилых зданий, в таблице 1 приведены возможные технические риски в процессе реализации данных проектов.

Таблица 1. Реестр технических рисков при строительстве малоэтажных жилых зданий

Процесс	Технические риски
Обеспечение материально-техническими и топливно-энергетическими ресурсами	Сбои в системе поставок строительных материалов, изделий, конструкций и оборудования
	Дефицит воды, топлива, электроснабжения и т.д.
	Неисправность в работе транспортных средств
	Некомплектность поставок материалов и полуфабрикатов
	Отсутствие запаса ресурсов в случае изменения ситуации
Общестроительные работы	Выход из строя оборудования и техники
	Снижение производительности труда
	Изменение проектных решений в процессе строительства
	Возникновение дефектов
	Увеличение сроков строительства
	Перерасход материалов
	Нарушение технологических режимов операций
	Несоответствие оборудования требованиям технологического процесса
Некачественная проектная документация	
Строительство объектов транспортной инфраструктуры	Размывы, подмывы обочин, откосов, насыпей и дорожной одежды
	Просадки насыпи с разрушением дорожной одежды
	Разрушение и деформации дорожной одежды
	Подмыв и снос лотков, бортового камня, их разрушение

Строительство объектов инженерной инфраструктуры	Изменение технических условий в процессе строительства
	Нарушение антикоррозионных покрытий трубопроводов
	Образование деформаций и дефектов трубопроводов
	Затраты на проведение повторных гидроиспытаний

Строительная деятельность постоянно подвергается влиянию негативных факторов. С целью обеспечения устойчивости строительного производства требуется выполнять постоянный контроль технических рисков. Перечень идентифицированных рисков позволит организациям, осуществляющим строительство малоэтажных жилых зданий, своевременно определять факторы, способные негативно повлиять на проект, и предусмотреть мероприятия, направленные на ликвидацию и (или) минимизацию возможности возникновения технических рисков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Зайнуллина, Т.Г.* Проблемы и перспективы малоэтажного жилищного строительства // Terra Economicus. – 2017. – № 4. – С. 61-65
2. *Абрамов И.Л., Сараева Д.С.* Планирование строительного производства с учетом рисков и неопределенности // Проектирование и строительство. – 2019. – С. 27-30.
3. *Лapidус А.А., Чанидзе О.Д.* Факторы и источники риска в жилищном строительстве // Строительное производство. – 2020. - №3. – С 2-9.
4. *Лapidус А.А., Абрамов Л.И.* Устойчивость организационно-производственных систем в условиях рисков и неопределенности строительного производства // Перспективы науки. – 2018. №6 (105). – С. 8-11.
5. *Хрусталиев Б.Б., Моисеева А.А.* Основные особенности научной организации строительства малоэтажных объектов жилой недвижимости // Недвижимость: экономика, управление. – 2018. №3. – С. 74-79.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ВОЗВЕДЕНИЯ СПОРТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ

Спортивные сооружения всегда славились своей уникальностью, но добиться ее не всегда просто. Наиболее архитектурно выразительными являются большепролетные конструкции, но в нормативно-правовой базе сложно найти четкое определение данного термина. Согласно [1] большепролетная конструкция с пролетом более 100 м является уникальной, однако в [2] сказано, что термин большепролетная конструкция применяется при пролете более 18 м для гражданских зданий и более

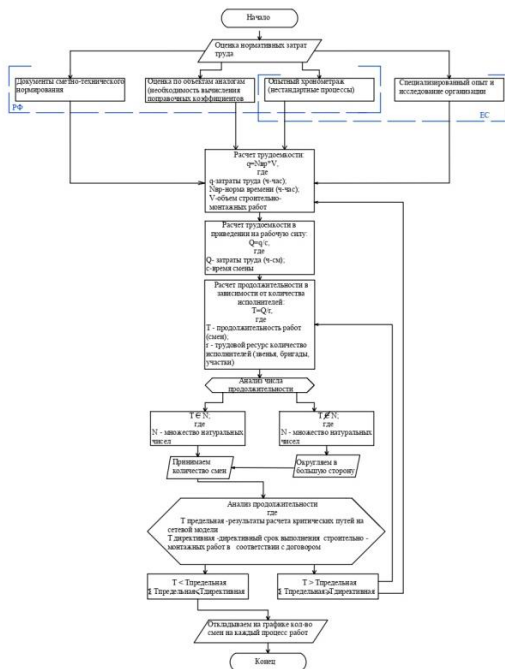


Рис. 1. Блок-схема построение линейного графика Ганта на выполнение отдельного вида работ

30 м для промышленных зданий. Многие спортивные объекты проектируются большепролетными, в связи с их функциональным назначением. Однако данное проектирование дается весьма трудоемко, потому что в нормативно-правовой базе не хватает четких величин для расчета и составления графика производства работ, нет нормы времени для некоторых работ. Поэтому, иногда организационно-технологическое проектирование делается в своеобразном формате (см. рисунок 1). На данной схеме видно, что на некоторые строительно-монтажные работы, которые возникают при проектировании, нет нормы времени. Изучив различные конструкции, можно разделить организационно-технологическое проектирование на 2 типа работ (см. рисунок 2).

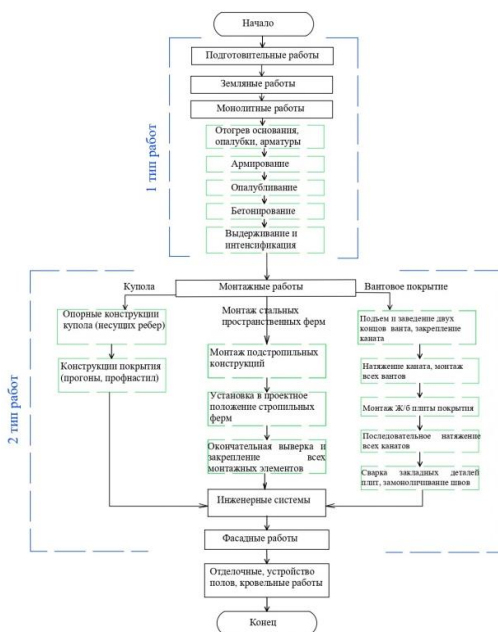


Рис. 2. Блок-схема технологии возведения стадиона

Технология первого типа работ не отличается от объектов иного назначения. А во втором типе работ представлены достаточно сложные работы, с точки зрения определения нормы времени. В таком случае следует оценивать объекты аналоги (возможно вычислять поправочные

коэффициенты) и рассматривать опытный хронометраж на строительной площадке. Благодаря составлению блок-схем и оценке организационно-технологических решений совершенствуется разработка организационно-технологических документов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс РФ «Статья 48.1. Особо опасные, технически сложные и уникальные объекты»
2. СП (Свод правил) от 25.10.2017 г. N 304.1325800.2017 «СП 304.1325800.2017 Конструкции большепролетных зданий и сооружений. Правила эксплуатации»
3. СП 48.13330.2019 «Организация строительства»
4. *Агеева Е. Ю., Филиппова М.А.* Большепролетные спортивные сооружения: архитектурные и конструктивные особенности // Министерство образования и науки Российской Федерации Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. Учебное пособие Нижний Новгород ННГАСУ. 2014. С. 3-7.
5. *Родионов Р.Б.* Проектирование и строительство спортивных сооружений // Строительный материалы, оборудование, технологии 21 века. 2007. С. 78-79.
6. *Козуб Ю.С., Ластовецкая И.Ю., Кузнецов С.М.* Монтаж большепролетных арок // Технические науки: проблемы и решения: 10-я междунар. науч.-практич. конф.: Сибирский государственный университет путей сообщения 2018. С. 36-39.
7. *Вьюгина Л. К., Азимов У.* График Ганта как одна из моделей повышения эффективности управления бизнес-процессами // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов: Курск. 2015. С. 43-44.
8. *Горохов Е.В., Муцанов В.Ф., Кинаш Р.И., Шимановский А.В., Лебедич И.Н.* Конструкции стационарных покрытий над трибунами стадионов (2-е изд., исправленное и дополненное) / Под общей редакцией Е.В. Горохова и А.В. Шимановского. - Макеевка, РИО ДонНАСА, 2008. 404 с.
9. *Болгов В.А., Горохов А.Ю., Юргайтис А.Ю.* Опыт монтажа вантовых покрытий спортивных объектов // Современные методы организации и управления строительством. Сборник статей молодых ученых, аспирантов, молодых специалистов, студентов. 2020. С. 88-91.

УСТРОЙСТВО ОГРАЖДАЮЩИХ СИСТЕМ КОТЛОВАНОВ В УСЛОВИЯХ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГРУНТОВ

В последнее время во всём мире наблюдается тенденция по усовершенствованию технологий устройства и ограждения котлованов, особенно в условиях плотной застройки. Данная задача осложняется ещё и особенностями грунта, который бывает водонасыщенным, что приводит к необходимости создавать водонепроницаемое ограждение котлована. Всё это требует применения особых технологий. Сегодня существуют различные высокотехнологичные решения для эффективного выполнения всех этих задач.

Ограждение котлована должно сочетать в себе следующие основные функции: являться противодиффузионной завесой, воспринимать боковое давление от грунта и воспринимать гидростатическое давление подземных вод, при необходимости воспринимать вертикальные нагрузки, минимизировать влияние котлована на окружающую застройку.

Подземные сооружения должны отвечать всем правилам безопасности, нормам и ГОСТам и не оказывать никакого значимого влияния на окружающую среду и близко стоящие объекты. Чаще всего для заявленных целей возводится специальное ограждение котлована. Наименее затратно сделать его из вертикальных металлических элементов, которые размещаются в почве по периметру котлована. При этом несущие элементы погружаются в грунт с помощью бурения скважин или завинчивания. Данный тип ограждения не является водонепроницаемым, поэтому в случае его использования в водонасыщенных грунтах требуется водопонижение.

При устройстве котлованов широко применяют также шпунтовые ограждения, преимущества которых заключаются в противодиффузионных и противооползневых функциях. Шпунтовые элементы представляют собой систему из стальных элементов различного профиля: «корытообразного», плоского, U-образного, Z-образного поперечного сечения или плоские с замковыми захватами по краям - рисунок 1, которые позволяют соединить все части стены в единое полотно. Шпунтовые сваи заглубляются в почву методом вибропогружения. Шпунтовые стены – более прочные, выдерживают

более серьёзные нагрузки, без них не обойтись в условиях слабого грунта. Это решение всё чаще выбирают при современном строительстве.



Рис. 1. - Шпунтовое ограждение

Тесная застройка городов ставит некоторые ограничения на использование спецтехники на всех этапах строительства, включая рытьё котлована. Особенно осторожно приходится действовать при возведении здания или сооружения внутри работающего цеха, вблизи действующих подземных коммуникаций, а также при реконструкции исторических памятников. Поэтому наиболее популярным и прогрессивным решением стала «стена в грунте» - рисунок 2, лидирующая сейчас на рынке. Это затвердевший специальный раствор, заливаемый в вертикально устроенную траншею (защищённую глинистой суспензией), с установленными туда арматурными элементами.



Рисунок 2. Ограждение – «стена в грунте».

Основные различия способов устройства ограждения котлована на водонасыщенном грунте в условиях плотной застройки систематизированы в таблице 1.

Таким образом, в настоящее время существует огромный выбор современных высокотехнологичных решений для ограждения котлована, устроенного на водонасыщенном грунте.

Таблица 1

Различия технологий устройства ограждения котлована на водонасыщенном грунте в условиях плотной застройки

Тип ограждения	Качества, влияющие на слабые грунты	Качества, влияющие на окружающую застройку (стесненные условия)
Ограждение из металлических элементов с забиркой	Низкая водонепроницаемость. Необходимо водопонижение.	Простота, экономичность. Подходит для тесной застройки
Шпунтовое ограждение	Подходит для грунтов с высокой скоростью фильтрации, а также заболоченных и текучепластичных грунтов.	Технология вибропогружения шпунтовых свай не требует много места. Подходит для тесной застройки.
Стена в грунте	Защищённость и устойчивость.	Технология позволяет выполнять ограждения котлованов в непосредственной близости от коммуникаций в условиях плотной застройки.

Специалисты могут для этого использовать различные варианты усовершенствованной строительной техники, специальных конструкций и инженерных сооружений. При этом выбор конкретного комплексного решения для устройства котлована и его ограждения должен базироваться на всестороннем исследовании всех условий возведения будущего объекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. МГСН 2.07-01. Основания, фундаменты и подземные сооружения. – М.: Москомархитектура, 2003 - 108 с.
2. *Конюхов Д.С.* Строительство подземных сооружений в условиях геологических процессов в г.Москве // Вестник МГСУ.2009
3. *Теличенко В.И., Терентьев О.М., Липидус А.А.* Технология возведения зданий и сооружений. М:Лакир, 1998-368 с.
4. *Теличенко В.И.* Управление программами строительства подземных объектов. М:АСВ, 2010.
5. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. – М.: Москомархитектура, 2011 - 162 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА С УЧЕТОМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РИСКОВ

Организация строительства — взаимоувязанная система подготовки к строительству, установления и обеспечения общего порядка, очередности и сроков выполнения работ, снабжения всеми видами ресурсов для обеспечения эффективности и качества строительного производства [1].

Для достижения успешного конечного результата – ввода здания в эксплуатацию, необходимо обеспечить эффективное функционирование всей системы с учетом разнохарактерных рисков.

Федеральная служба государственной статистики опубликовала результаты наблюдений динамики строительного комплекса: по сравнению с предыдущими годами зависимость строительной области от внешних и внутренних факторов, в связи с пандемией в 2020 году заметно возросла [2].

Строительная отрасль крайне зависима от макроэкономической конъюнктуры. Все строительные проекты несут в себе определенный уровень риска. Риск – это вероятность возникновения любого неожиданного или игнорируемого события, которое может помешать достижению целей проекта.

Данная статья рассматривает различные производственные риски, которые имеют наибольшее влияние на организацию строительства. Чтобы иметь эффективный план управления рисками, необходимо идентифицировать и классифицировать ключевые факторы риска, имеющие существенное воздействие на цели проекта [3].

В соответствии с позицией ряда специалистов происхождение рисков подразделяется на природные и человеческие, внешние и внутренние, а также прямые и косвенные.

Природные риски не зависят от деятельности человека, тогда как человеческие риски возникают в рамках организованных человеком систем. Подкатегории человеческих рисков, связанных со строительными и проектными рисками, включают социальные, политические, экономические, финансовые, юридические, медицинские, управленческие, технические и культурные риски.

Рассмотрим некоторые группы в отдельности:

Таблица 1. Факторы риска в строительных организациях.

Среда	Тип	Виды риска
Внутренняя среда	Технологические	СМР низкого качества из-за нарушений технологии, дефектные строительные материалы, не отвечающие строительным требованиям, появление неподвижных работ, недостаточная надежность, устаревшая технология.
	Управленческие	Неэффективность надзорных органов, производительность труда, производительность оборудования и трудовые могут привести к проблемам с производительностью на месте, обеспечением качества, контролем затрат и управлением человеческими ресурсами.
	Социальные	Непостоянство кадров, нет квалифицированных специалистов, несвоевременная подготовка ИТР
	Организационные	Нарушение обязательств по выдаче проектно-сметной документации и недостатки проектно-изыскательских работ, поставкам материалов, оборудования
Внешняя среда	Природные	Непредсказуемость внешней среды имеет в своем содержании неблагоприятные погодные условия, вероятность стихийных бедствий и т.д.
	Политические	Война, гражданские беспорядки, введение торговых эмбарго, законодательные поправки внутри страны.
	Экономические	Изменение налогового законодательства, экономическая нестабильность: инфляции, рост цен на материалы. Неточная оценка стоимости, недооценка стоимости строительства из-за недостатка информации

Существуют разные инструменты управления рисками строительства. Хорошо подготовленная строительная компания может

преодолеть трудности неопределенности и добиться низких затрат за счет оптимизации рентабельности распределения рисков.

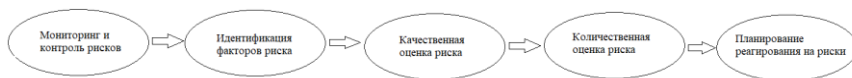


Рис. 2. Процессы управления рисками

Строительная отрасль отличается динамичной, сложной и высокорисковой деловой средой. Устранение, снижение и принятие рисков требует тщательного планирования [5]. Управление рисками важно не только для успешного завершения производственного процесса, но и для достижения устойчивости. Устойчивое развитие требует эффективного и бережного использования ресурсов земли, управление рисками является ключом к достижению устойчивости строительных проектов, не только для обеспечения безопасности работы, но и для получения прибыли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

6. *Афанасьев В. А.* Организация и управление в строительстве. Основные понятия и термины: Учебн.-справ. пособие. М.: АСВ, 1998. 316 с.
7. *Д.Д. Кенчадзе, Н.А. Власенко, Л.В. Денисов, Е.Е. Дехтяр, Л.Г.* Строительство в России. 2020: Стат. сб. / Росстат. М.С863 2020. – 113 с.
8. *Абрамов И.Л.* Исследование влияния дестабилизирующих факторов на устойчивость функционирования строительных предприятий // Экономика строительства. 2018. N 6 (54). с. 32-36
9. *Абрамов И.Л., Сараева Д.С.* Исследование системотехнических принципов организации строительного производства в условиях рисков и неопределенности // Наука и бизнес: пути развития. – 2018. – № 11 (89). – С. 16–21.
10. *Лapidус А.А., Назарова К.А.,* Особенности строительства многоэтажных жилых зданий в условиях возникновения технических рисков.// Сборник докладов научно-технической конференции научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры НИУ МГСУ, 2020. с.1346-1348

ФОРМИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАСТРОЙКИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

В настоящее время в строительной индустрии Российской Федерации преобладает активное развитие комплексной жилой застройки территорий. Характер формирования градостроительного облика территорий в больших урбанизированных центрах и городах показывает, что точечное и уплотнительное строительство перешло на второй план и теряет свою актуальность. В связи с этим возникла необходимость развивать большие участки земель для реализации проектов комплексной застройки.

Комплексное строительство подразумевает создание микрорайона, в составе которого, помимо жилых домов входят объекты технической и социальной инфраструктуры. Комплексная застройка - это взаимоувязанная система жизнедеятельности человека, которая должна отвечать определенным требованиям [1-3]:

1. Безопасность находящихся внутри комплекса жителей от несанкционированных проникновений и имущественных потерь и от вредоносных воздействий на жизнь и здоровье;
2. Создание инфраструктурных объектов для занятия спортом и умственного развития, культуры, отдыха и проведения досуга;
3. Организация социальных взаимодействий для развития соседских взаимоотношений и взаимопомощи;
4. Потребность человека в свежем воздухе, солнечном свете, качественной тепло и звукоизоляции и вентиляции в помещениях и другие физические параметры;
5. Комфортное пребывание внутри комплекса, что обеспечивается эстетикой окружающего пространства и удобного расположения всех объектов.

К особенностям комплексного строительства относятся [4]: большие инвестиции в строительство нескольких объектов сразу; нехватка земель с развитой технической и транспортной инфраструктурой; высокая плотность и снижение комфорта проживания, вследствие малого количества муниципальных земель и высокой стоимости; при финансировании объектов здравоохранения, социально-бытового и

общественного назначения и образовательных учреждений возникает потребность в использовании аппаратов государственной власти; при возведении жилых комплексов повышенной этажности в РФ соотношение жилой и общественной функций равно 85/15. В Европейских странах эти функции примерно одинаковы.

При выявлении разницы в российском и западном подходах последний пункт имеет важное значение. Это показывает, что жилье является основной причиной, из-за которой возводятся комплексы. В западных странах существует стратегический план развития территорий, что дает четкое представление, о том, как и в какие сроки будет развиваться местность. В большинстве городов России таких планов нет, и девелоперы сначала находят территорию, составляют план развития и затем приступают к его реализации.

На основании рассмотренных особенностей проектов комплексной застройки можно сделать вывод, что данный вид строительства очень трудоемкий и влечет за собой ряд значимых параметров, которые необходимо учитывать при организации строительного производства таких объектов [5]. В соответствии с проведенным исследованием реализации комплексной застройки были выявлены следующие организационно-технические параметры:

Организационные параметры

1. Логистика
2. Обеспечение работой генподрядчиков
3. Охрана труда и защита окружающей среды
4. Пожарная безопасность
5. Система управления строительством
6. Планирование
7. Влияние существующих объектов на строительство комплекса
8. Состояние площадки
9. Местоположение строительной площадки
10. Транспортные условия внутри комплекса
11. Трудовые ресурсы
12. Подготовка строительной площадки
13. Утилизация строительных отходов
14. Контроль качества
15. Контроль сроков выполнения работ

Технологические параметры

1. Геологические условия
2. Воздействие от соседних зданий

3. Машины и механизмы
4. Инженерные сети
5. Технология возведения зданий
6. Строительные материалы
7. Работа с грунтом

Освоение территорий по принципам комплексной застройки становится всё более развитым и стало самым распространенным способом строительства. Как и в любых больших проектах данный метод насчитывает множество организационно-технологических факторов, оказывающих влияние на реализацию конечного продукта. Сформированные и предложенные в статье параметры могут оказывать наибольшее влияние и требуют детального изучения, что может привести к совершенствованию методов реализации проектов комплексной застройки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Mohammadjavad Mahdavinejad, Mohammad Mashayekhi, Abdolkarim Ghaedi* Designing Communal Spaces in Residential Complexes // *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 51 (2012) pp. 333 – 339
2. *Parisa Hashempour, Ziba Sami.* life in Residential complex // Conference: 5th national conference on applied research in civil engineering, architecture and urban management
3. *Учинина Т.В., Пронькина Т.В.* Понятие и особенности комплексного жилищного строительства // *Образование и наука в современном мире. Инновации.* – 2017. - №6. – С.106-113.
4. *Челнокова В.М., Гуревич А.Б.* Анализ проблем организации комплексного освоения территорий // *Вестник гражданских инженеров.* – 2017. - №1(60). – С.161-166.
5. *Зильберова И.Ю., Маляян В.Д.* Организационно-технологические факторы строительного производства влияющие на основные параметры объектов капитального строительства // *Инженерный вестник Дона.* - 2019. - №8 (59)
6. Семененко М.Ф. Организационно-технологическая надежность формирования кластера городской жилой застройки// *Наука и бизнес: пути развития.* №9(99), 2019, с. 40-45. - ВАК по 05.02.22
7. M. F. Semenenko, Mirzakhanova A. T. Organizational and technological reliability of the cluster formation of urban residential development// *E 3S Web of Conferences* 164, 04033 (2020).

ФОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ МОНОЛИТНЫХ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Сформировать систему строительного контроля монолитных бетонных конструкций уникальных зданий и сооружений [1], способную учесть все параметры, периоды и организационно-технические структуры (ОТС), участвующую в процессе строительного производства, можно лишь опираясь на нормативно-правовую базу, представленную в нашей стране.

Согласно ПП №468 [2.4.5.7] главной функцией строительного контроля является контроль за соответствием фактически выполненных работ требованиям проектной и рабочей документации, а также требованиям нормативно-правовых актов, выполнение которых обеспечивает безопасность зданий и сооружений.

Удобнее всего рассмотреть параметры/ контрольные мероприятия, этапы, на которых они проводятся, а также организационно-технические структуры, ответственные за контроль данных параметров, в табличной форме.

Таблица 1 Контролируемые параметры

Виды контроля \ ОТС	Представитель застройщика (техзаказчик)	Лицо, осуществляющее строительство (подрядчик)	Лицо, выполняющие разработку проектной документации (авторский надзор)
Входной	Контроль проектной и рабочей документации; верификационный (выборочный) контроль поставляемых материалов; контроль качества	Контроль рабочей документации; свойства поставляемых материалов; ведение общих и специальных журналов	Верификационный контроль поставляемых материалов; ведение журнала авторского надзора;[4]

	своевременности ведения журналов;		
Операционный	Технология производства работ; геометрические параметры опалубки; температура укладываемой смеси; качество выполнения арматурных каркасов; подготовка конструкций к бетонированию; выдерживание и уход за бетоном; соблюдение сроков распалубливания ; качество ведения исполнительной документации [3]; правильность хранения контрольных образцов;	Технология производства работ; геометрические параметры опалубки; температура укладываемой смеси; качество выполнения арматурных каркасов; подготовка конструкций к бетонированию; выдерживание и уход за бетоном; соблюдение сроков распалубливания ; изготовление контрольных образцов;	Технология производства работ; геометрические параметры опалубки; качество выполнения арматурных каркасов; соблюдение сроков распалубливания
Приемочный	Геометрические параметры конструкции; качество поверхности; прочность бетона	Геометрические параметры конструкции; качество поверхности; прочность бетона [5]	Геометрические параметры конструкции; качество поверхности; прочность бетона

Совпадение некоторых пунктов в части представителя застройщика и лиц, осуществляющих строительство, объясняется тем, что согласно СП 48.13330.2019 п. 9.5 [3.6.8] застройщик (технический заказчик) обязан осуществлять контроль полноты строительного контроля, осуществляемого подрядчиком.

Дальнейшее направление исследований будет направлено на более тщательную систематизацию полученных результатов, а также на оценивание влияния каждого отдельно взятого фактора на систему строительного контроля в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Топчий Д.В., Чернигов В.С.* Особенности строительного контроля на объектах уникального// Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 10-2. – С. 331-336.
2. Постановление Правительства РФ от 21 июня 2010 г. N 468 "О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства.
3. СП 48.13330.2019 Организация строительства СНиП 12-01-2004
4. СП 246.1325800.2016 Положение об авторском надзоре за строительством зданий и сооружений.
5. *Теличенко В.И.* Управление качеством строительной продукции: Техн. Регулирование безопасности и качества в строительстве: Учебное пособие для студентов вузов.-М.: АСВ, 2003
6. *Topchiy D., Bolotova A.* Assessment and inspection of the condition of monolithic reinforced structures in transportation infrastructure facilities // В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. International Scientific Conference on Modelling and Methods of Structural Analysis 2019, MMSA 2019. 2020. С. 012005.
7. *Topchiy D., Bolotova A.* Systematization of factors affecting the organizational processes in the conversion of buildings // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference "FarEastCon 2019". 2020. С. 032042.
8. *Topchiy D., Bolotova A.* Formation of a system for assessing the renovation of monolithic buildings // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Scientific Conference Interstroyemeh - 2019, ISM 2019. 2020. С. 012059.

Студент 3 курса 6 группы ИГЭС Малахов Н.С.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. каф. СОТАЭ. И.Е. Воронков

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К СООРУЖЕНИЮ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЙ И АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В 1920-2020 ГГ.

С момента принятия ГОЭЛРО в 1921 году плана по электрификации страны в Российской республике, а впоследствии СССР начался период активного строительства ТЭС (планировалось сооружение 20 тепловых электростанций к 1932 году), что существенно уменьшало сроки сдачи объектов [1].

Строительство ТЭС в условиях нехватки электрической энергии в постреволюционной России приобрело жесткие сроки ввода энергоблоков, а также из-за повсеместной тенденции развития промышленности и строительства – высокую степень индустриализации возведения объектов электроэнергетического строительства. Эти особенности и стали причинами появления новых организационно-технологических подходов к сооружению объектов тепловой, а впоследствии и атомной энергетики.

Первый этап, протекающий в период с 1920-х по 1950-е гг., в СССР характерен тем, что при возведении главных зданий ТЭС использовался метод совмещенного выполнения строительных работ и монтажа технологического оборудования. В этот временной промежуток были построены такие ГРЭС как Горьковская, Зуевская и Средне-Уральская.

Вторым этапом принято считать временной промежуток с 1951 по 1957 гг. В этот период очередное строительство Мироновской, Ворошиловградской, Славянской и Приднестровской ГРЭС характеризовалось относительно раздельным выполнением строительных работ и монтажа технологического оборудования. На полную проектную мощность возводились несущий каркас главного корпуса, стеновые ограждения, подкрановые балки и кровля еще до начала монтажа технологического оборудования.

С внедрением в практику строительства ТЭС сборного железобетона выделяют третий этап (1958-1968 гг.) развития технологических схем возведения главных корпусов, в котором на полную мощность, с отрывом общего котлована, сооружалось подземное хозяйство, а также

были совмещены отдельные виды строительных и тепломонтажных работ [2].

В это же время начало сказываться несовершенство совмещенного подхода строительства из-за постоянного отодвигания сроков ввода новых мощностей. Это происходило из-за высокой концентрации строительно-монтажных работ, плотной увязки различных процессов и совместных транспортно-логистических ресурсов, в случае неисправности которых останавливались и другие работы на объекте.

С середины 70-х годов активно искали новые организационно-технологические методы строительства ТЭС и АЭС, лишённые вышеназванных недостатков. Для избавления от них были полностью разделены СМР и монтаж технологического оборудования на специализированные потоки. Стали привлекаться углубленно специализированные подрядные организации.

В период с 1970-х по 1990-е гг. в Советском союзе строились Запорожская и Балаковская АЭС по унифицированным проектам, в которых использовались сборно-монокрипные конструктивные элементы, а также несъёмная опалубка из железобетонных плит. Применяя такое сочетание строительных конструкций, появилась возможность объединить их положительные качества [3,4].

Смежно с нашей страной, в Японии, опираясь на опыт США, активно строились блоки АЭС с применением детального проектирования ещё на ранних стадиях разработки, повышением уровня заводского изготовления и сборки, а также с монтажом укрупнённых блоков [5,6].

В начале 2000-х в России, в рамках пятого этапа, активно строились станции проекта АЭС-2006 с водо-водяными реакторами (Нововоронежская АЭС, ЛАЭС-2), строительно-монтажные базы которых занимали большую площадь, а также выполнение конструкций производилось преимущественно с применением штучного армирования и монокрипного железобетона. Последнее в особенности значительно понижало качество возводимых конструкций, происходило перенасыщение фронта работ трудовыми ресурсами, а, следовательно, увеличивались сроки выполнения, в том числе и из-за строгой последовательности процессов, связанных с монокрипом. Появлялось большое количество расходов времени и ресурсов на выполнение не предусмотренных в проекте процессов и работ, что в совокупности делало этот технологический метод весьма нецелесообразным [7].

Используя опыт и наработки прошлого, наша страна пересматривает организационно-технологические методы строительства АЭС, что мы

можем отождествлять как шестой этап, в котором мы вновь делаем выбор в пользу сборного железобетона, укрупненной сборки отдельных конструктивных элементов, в целях оптимизации технологических процессов строительства, сроков выполнения, а также повышения качества выполняемых строительного-монтажных работ [8].

Энергетическое строительство является одной из наиболее бурно развивающихся сфер с момента её появления до наших дней, а значит и организационно-технологические подходы менялись весьма стремительно. Быть конкурентоспособным в сроках возведения и качестве сдаваемых в эксплуатацию электростанций сейчас - значит вводить, автоматизировать и оптимизировать новые технологии, которые будут использоваться в производстве, транспортировке, хранении, укрупнении и монтаже строительных конструкций, несомненно, опираясь на опыт прошлого.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Маклюков А.В.* «Дальневосточный ГОЭЛРО». Из истории планирования электрификации Дальнего Востока в середине 1920-х – начале 1930-х гг. // Ойкумена. Регионоведческие исследования. 2015. №. 4. С. 76-82.
2. *Белов В.В., Пергаменицик Б.К.* Крупные аварии на ТЭС и их влияние на компоновочные решения Главных корпусов // Вестник МГСУ 2013. №. 4. С. 61-68.
3. *Морозенко А.А., Воронков И.Е.* Повышение эффективности организационно-технологических решений при строительстве АЭС на основе современного российского и зарубежного опыта. // Промышленное и гражданское строительство 2014. №. 10. С. 74-79.
4. *Теличенко В.И.* Организация и технология строительства атомных станций // 2012 С. 88-95.
5. *Холопов А.А., Дудкевич К.А., Пергаменицик Б.К.* Транспортировка и монтаж укрупненных элементов АЭС // Вестник МГСУ 2010. №4 С. 266-274.
6. *Воронков И.Е., Овинкин Н.В.* Мировой опыт и перспективы разработки схем механизации строительства атомных электростанций // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. №. 11. С. 1584-1596.
7. *Морозенко А.А., Шашков А.А.* Организационно-технологические аспекты крупноблочного возведения атомных электростанций // Наука и бизнес: Пути развития. 2019. №5. С. 28-33.
8. *Пергаменицик Б.К.* Проблемы и перспективы строительства АЭС // Вестник МГСУ. 2014. №2. С. 140-153.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В РЕСТАВРАЦИИ

К ремонтно-реставрационным относятся работы, направленные на сохранение и приспособление к современному использованию памятников истории и культуры для существующих и последующих поколений, в том числе консервация, ремонт и реставрация таких объектов [1]. Объем ремонтно-реставрационных работ в Российской Федерации занимает значительную долю строительного рынка. При этом очевидно, что со временем эта доля будет только увеличиваться.

Продолжительность и стоимость ремонтно-реставрационных работ на объекте в значительной степени зависит от эффективности именно строительных работ. Анализ функционирования строительного производства на объектах реставрации позволил выделить следующие организационно-технологические факторы, влияющие на эффективность строительных работ [2]:

1. Стесненность строительной площадки. Этот фактор характеризуется зачастую интенсивным движением городского транспорта и пешеходов в непосредственной близости от места работ, обилием жилых или производственных зданий и т.д.

2. Сложность транспортирования конструкций и их элементов. При реставрационных работах на территории существующего здания нередко приходится перевозить декоративные элементы в специализированные мастерские и обратно, что осложняется отсутствием достаточных по размерам проемов и ограничением вписываемости крупногабаритных транспортных средств во внутривортовую дорожную сеть.

3. Недостаток квалифицированных кадров для осуществления реставрационных работ. Строительные работы при реставрации – один из наиболее сложных видов строительных работ, так как при их осуществлении используются по возможности материалы и технологии, аналогичные тем, что применялись во время строительства памятника. Это требует не только первичной подготовки и обучения, но и регулярного повышения квалификации [3].

4. Недостаточная нормативная база в сфере реставрации, а также отсутствие обязательной сертификации реставрационных материалов.

Например, в РФ не существует ГОСТа на сухие реставрационные смеси, вследствие чего некоторые производители могут выдать практически любую смесь за реставрационный материал.

5. Директивно-ограниченные сроки производства работ. В процессе реставрации неизбежно происходит появление дополнительных неучтенных на стадии проектирования работ, что вызывает значительное увеличение сроков по сравнению с директивными.

6. Отсутствие первоначальной исторической проектной или исполнительной документации, что значительно усложняет подготовку рабочей документации и приводит к выдаче ошибочных проектных решений.

7. Технично-эксплуатационные характеристики применяемых материалов. Некоторые материалы, применяемые в целях сохранения исторического облика объекта, не соответствуют по своим характеристикам современным требованиям, что значительно снижает качество работ. Зачастую материалы отечественного изготовления ниже по качеству по сравнению с зарубежными материалами.

8. Технология производства реставрационных работ. Нередко подрядным организациям на объекте приходится заново разрабатывать и осваивать утерянные технологии и методики производства работ (например, можно выделить устройство декоративных покрытий полов и стен).

9. Организация эффективного и своевременного контроля на всех этапах выполнения работ. Сложность и разнообразие ремонтно-реставрационных работ, применяемых технологий и материалов, требуют повышенного внимания за соответствием выполнения работ действующим регламентам, нормам и правилам.

Необходимо учитывать, что низкая эффективность строительных работ всегда является следствием комбинированного воздействия различных факторов [4, 5, 6].

Повышение эффективности ремонтно-реставрационных работ является сложной, многофакторной задачей. Решение этой задачи возможно с использованием системного подхода, воздействующего на вышеперечисленные факторы. Разработка мероприятий по повышению эффективности строительных работ, как видится, должна осуществляться по следующим основным направлениям:

1. Актуализация положений нормативных и законодательных актов;
2. Разработка новых видов нормативной документации, учитывающей специфику реставрационной деятельности;

3. Совершенствование нормативной базы в сфере реставрации исторических объектов;

4. Разработка упрощенной системы внесения изменений в проектную документацию, необходимость которых выявилась в процессе производства работ, в рабочую и проектную документацию на стадии производства работ (пункты 3.8 и 3.9 статьи 49 Градостроительного кодекса РФ);

5. Совершенствование подготовки и повышение квалификации как управленческого и инженерно-технического персонала, так и производственного персонала;

6. Стимулирование отечественных производителей сырья и материалов;

7. Привлечение к проектированию и научному сопровождению объектов реставрации строительных университетов и институтов, обладающих необходимой научно-технической базой, а также иностранных специалистов для обмена опытом.

Таким образом, определены перечень организационно-технологических факторов, влияющих на эффективность строительных работ при ремонтно-реставрационных работах, а также направления мероприятий по повышению этой эффективности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Петров К.С., Ефисько Д.Е., Нагорный В.С.* Современные подходы к модернизации процессов организации строительства // Инженерный вестник Дона, 2017, №1.
2. *Соколов Г.К.* Технология и организация строительства. М.: АCADEMIA, 2014, 528 с.
3. *Зимин М.П., Арутюнов С.Г.* Технология и организация строительного производства. М.: НПК «Интелвак», 2012, 667 с.
4. *Данилов Н.Н., Терентьев О.М.* Технология строительных процессов. М.: Высшая школа, 2011, 464 с.
5. *Топчий Д.В., Липидус А.А., Болотова А.С., Атаманенко А.В.* Автоматизированная систематизация формирования исполнительной документации контроля качества строительного-монтажных работ при реновации промышленных кластеров//Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019661333, 27.08.2019. Заявка № 2019660199 от 20.08.2019.

ВЫСОТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО В РЕТРОСПЕКТИВЕ

В 2019 году впервые количество законченных проектов сократилось после застоя 2010–2011 годов, связанного с задержками работ в результате отмен проектов на фоне экономического кризиса 2008 года. В этом году было завершено строительство 26 небоскребов (высотой 300 и более метров), что является абсолютным рекордом [1, 4, 5].






Россия, конечно, не страна небоскребов. Оно и понятно — показатель плотности населения, если сравнить с тем же Китаем, в нашей стране в 17 раз ниже. Поэтому и высотных зданий в КНР больше в 43 раза — около 2150 против 50 соответственно. Конечно, дело не только в территории и плотности населения [2, 3, 7, 8].

Так или иначе, но несмотря на относительно небольшое количество небоскребов, России есть чем гордиться в этом отношении. Например, питерская башня «Лахта-центр» является самым высоким зданием Европы и входит в ТОП-15 общемирового рейтинга. Наиболее урожайным годом для РФ оказался 2015-ый, в течение которого, согласно данным СТВУН, было построено восемь небоскребов [6].

Сегодня количество возводимых зданий от 150 метров можно пересчитать по пальцам обеих рук. В 2021 году планируется возвести восемь небоскребов. Шесть из них будут построены в Москве, один высотой 160 метров — во Владивостоке и один в Грозном.

Таблица 1. Возводимые высотные здания в РФ.

	ЖК «Акварин» , г. Владивосток
	ЖК «Capital Towers», г. Москва..

	<p>МК «Alcon III» , г. Москва</p>
	<p>МК « Grand Tower», г. Москва</p>
	<p>МК «Capital Tower»</p>
	<p>ЖК «One Tower»</p>
	<p>МК «One Tower»</p>

			МК «Ахмат Тауэр»
--	---	--	------------------

Итак, по мнению ряда экспертов, РФ не испытывает как таковой потребности в небоскребах. С другой стороны, как отмечал в интервью «Строительной России» главный инженер проектов компании «Метрополис» Дмитрий Горбик, наличие высотных зданий в какой-то степени является показателем уровня развития государства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Юдина А.Ф., Дьячкова О.Н.* Успешный год: высотное строительство в ретроспективе – 2019// "Высотные здания: журнал высоких технологий"-2019.-№4(???). -с. 96
2. *Познахирко Т.Ю.* Некоторые особенности организации производства строительства высотных зданий// Перспективы науки. – №12. – 2018 г. – с. 15-22
3. *Познахирко Т.Ю.* Особенности организации производства высотного строительства в России// Научное обозрение. –№ 14. – 2017 г. – С.110-114
4. *Dzhusoev H., Sinenko S., Slavin A.* Election of software products for the development of a calendar plan for high-rise construction // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2019. С. 032238.
5. *Sinenko S., Ahmetgaliev A., Slavin A.* Practical aspects of construction of high-rise buildings in russia// "IOP Conference Series: Materials Science and Engineering" 2018. С. 062039.
6. *Sinenko S., Poznakhirko T., Obodnikov V.* Automation of visualization process for organizational and technological design solutions // MATEC Web of Conferences–270, –2019. –05008.
7. *Ruben R. Kazaryan and Vitaly Khvan* Environmental protection in the integrated mechanization of technological processes of high-rise construction// MATEC Web of Conferences Volume 193, 02023, 2018
8. *Kazaryan, R.R., Khvan, V.A.* Organizational and anthropotechnical reliability of materials and products for finishing walls and ceilings in high-rise construction// E3S Web of Conferences, Vol. 91, 02008,2019.

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ В МОСКОВСКОМ МЕТРОПОЛИТЕНЕ НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМЫ СТАНЦИОННОГО ГРОМКОГОВОРЯЩЕГО ОПОВЕЩЕНИЯ

В настоящее время в виду стремительного развития городской инфраструктуры все более актуальным становится вопрос обеспечения безопасности в городском транспорте. Система станционного громкоговорящего оповещения является наиболее востребованной не только для оповещения пассажиров при чрезвычайных ситуациях, но и координации при эксплуатационных работ станции метро.

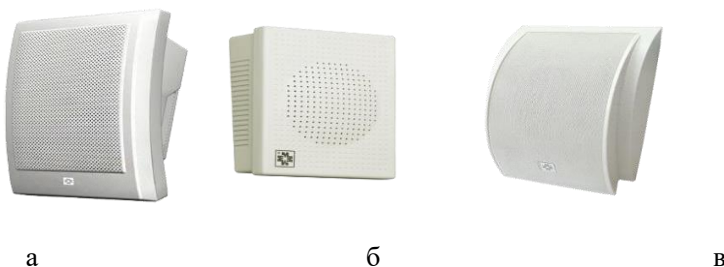


Рис. 1. Варианты оборудования для системы Громкоговорящего Оповещения:

- а) АСР 10.5 исп.2,
- б) МЕТА 03.1.14,
- в) АСР 02.15.

Перед началом производства строительного-монтажных работ (далее СМР) подготавливается и разрабатывается Проект Производства Работ (далее ППР), который должен соответствовать не только СП 48.13330.2019 «Организация строительства», но так же соответствовать требованиям СП 120.13330.2012 «Метрополитены», СП 76.13330.2016 «Электротехнические устройства», а так же различные ПУЭ.

После согласования ППР во всех требуемых инстанциях, а именно служба эксплуатации метрополитена, а также Дирекцией Строящегося Метро подрядчик может приступить к выполнению СМР по данному шифру.

Во время производства СМР объем и качество выполняемых работ контролируется Техническим надзором производителя работ, а также строительным контролем генерального подрядчика, и строительным контролем заказчика [1, 4].

На данном этапе важно исключить различного рода коллизий, например, пересечение смежных коммуникаций, отклонение или наложение друг на друга технологических отверстий. Исключить такого рода ошибки помогает использование BIM-модели инженерных сетей, которая в свою очередь взаимосвязана с конструктивными решениями, а также с параметрами времени (трудозатраты) и стоимости СМР [2, 3].

Помимо того, что данная инженерная система требует согласования ППР, так же для передачи данной системы в эксплуатацию требуется произвести пуско-наладочные работы данной системы. Проект пуско-наладочных работ также разрабатывается и согласовывается со всеми эксплуатирующими организациями, а также Генподрядной организацией и Дирекцией строящегося метро [5].

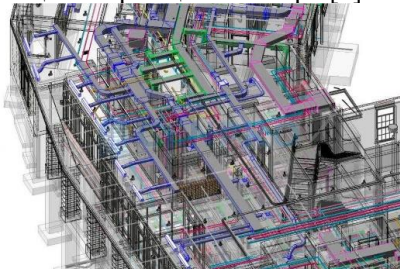


Рис. 2. Общий вид BIM-модели.

Важно предъявлять строгие требования к приемке каждого этапа работ. В рамках формирования исполнительной документации большое преимущество дает как раз применение BIM-модели. Организация строительно-монтажных работ инженерных систем связи устроена следующим образом: инженер имея в своем распоряжении BIM-модель во время приемки очередного этапа сразу отмечает все недостатки в модели, формирует предписание на их устранение, далее сведения передаются как на бумажном носителе, так и в виде BIM-модели подрядчику. В свою очередь подрядчик после устранения замечаний предоставляет все необходимые сведения в BIM-модель, что значительно упрощает процесс приемки работ, позволяет оперативно отслеживать статус их выполнения, повышает эффективность СМР и ПНР в целом.

Помимо контроля качества строительно-монтажных и пуско-наладочных работ, BIM-модель позволяет при необходимости оптимизировать графики производства работ и график финансирования. Главным же организационным преимуществом использования BIM-модели является открытость и прозрачность системы управления для всех участников строительного производства.

Пуско-наладочные работы контролируются в течении всего времени производства этих работ. По завершению строительно-монтажных и пусконаладочных работ система считается завершенной только после проведения комплексных испытаний и подписания соответствующих актов, которые регламентируются настоящим регламентом Дирекции Строящегося Метро.

Таким образом, можно сделать вывод что использование BIM-модели в процессе выполнения строительно-монтажных и пуско-наладочных работ позволяет повысить эффективность организации их выполнения, уменьшать издержки, сделать систему контроля качества понятной и прозрачной. В разрезе организации строительно-монтажных и пуско-наладочных работ инженерных систем связи применение BIM-модели дает значительные преимущества по сравнению с традиционным подходом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Топчий Д.В., Токарский А.Я.* Концепция контроля качества организации строительных процессов при проведении строительного надзора на основе использования информационных технологий // Вестник Евразийской науки, 2019 №3.
2. *Котов В.М., Эмба С.И.* Оптимизация организационно-технических решений с применением BIM-технологий при реновации жилых зданий. Строительное производство. 2020. № 2. С. 10-16.
3. *Познахирко Т.Ю., Топчий Д.В.* Особенности внедрения BIM в процесс разработки проектной документации. Строительное производство. 2020. № 1. С. 69-72.
4. *Олейник П.П.* Концепция повышения уровня проектов производства работ. Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 2. С. 59-63.
5. Свод правил СП 48.13330.2019 «СНиП 12-01-2004. Организация строительства» (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 24 декабря 2019 г. N 861/пр).

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА КРУПНОГАБАРИТНОГО МЕДИЦИНСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Современная медицина требует современной аппаратуры. Строительно-зависимое оборудование – требующее размещения на своей проектной позиции еще на стадии возведения объекта. Отдельно нужно отметить, что такое оборудование монтируется ещё до окончания отделочных работ, а за частую до возведения некоторых несущих конструкций. Всё это связано с габаритами и необходимостью подключения к нужным сетям. [1, 2]

Монтажные работы до окончания основных работ по установке такого оборудования как:

1. Аппараты для флюорографии;
 2. Установки МРТ;
 3. Компьютерные томографы;
 4. Комплексы рентгеновской диагностики.
- связано в первую очередь с их размерами и весом.



а

б

в

Рис. 1. крупногабаритное медицинское оборудование:

- а) Комплекс рентгеновской диагностики,
- б) Установка МРТ,
- в) Компьютерный томограф.

В зданиях, где устанавливают крупногабаритное медицинское оборудование, в технических условиях на монтаж должны быть

предусмотрены специальные требования. Перечень медицинского, технологического оборудования, подкатывается в уставном порядке в задании на проектирование. В соответствии с оборудованием подготавливается проектная документация. После связи с поставщиком и с заводом изготовителем и выяснением нужных условий подготавливается Проект Производства Работ-далее(ППР). [4, 5]

Монтажные работы по устройству крупногабаритное медицинского оборудования могут включать следующие этапы. Первоначально проводится обследование помещения, с целью установления наиболее оптимального решения по размещению монтируемого оборудования согласно проекту. До установки данного оборудования подготавливается помещение. Подготовка включает в себя проведение необходимых коммуникаций: канализация, вентиляция, электричество, водопровод. Когда помещение готово к проведению монтажа, выполняется проектирование и производство полов под оборудование, а также их разметка для места под установку. После осуществления вышеперечисленных работ, приступают к осуществлению монтажа, который может включать в себя крупно-узловую сборку отдельных частей оборудования, полную сборку всего агрегата, а также электромонтаж. [3,5]

Существуют различные варианты монтажа крупногабаритного медицинского оборудования. Если техническими требованиями к оборудованию не предусматривается разборка на составные части и последующую сборку на месте, то в момент рассмотрения-согласования ППР должны учитываться следующие варианты:

1. В зависимости от схем захватки перекрытий производится установка указанного оборудования строительным краном в зону монтажа. Так же в случае отсутствия защиты оборудования производителем требуется предусмотреть мероприятия по защите во время проведения монолитных работ.
2. В случае расположения помещения в непосредственной близости от торцевых стен оставляется технологический проём в ограждающих конструкциях для подъёма и загрузки оборудования. В последствии этот проём закрывается согласно проектному решению. В случаи монтажа до завершения отделочных работ предусматриваются варианты по защите прибора от повреждений.
3. Если оборудование разбирается на составные части с последующим монтажом в соответственном помещении необходимо удостовериться, что эти части возможно транспортировать на лифтах: а

именно знать габаритные размеры и вес каждой части. Следующим шагом будет проверка всех проёмов от лифтовой шахты до необходимого помещения с использованием гидравлических тележек.



Рис. 2. Монтаж крупногабаритное медицинского оборудования

Вышеописанные варианты монтажа позволяют сделать вывод, что установка подобного технологического оборудования должна контролироваться на всех этапах производства работ начиная от задания на проектирования и заканчивая сдачей объекта в эксплуатацию. [3,5,6]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гост 20790-93 межгосударственный стандарт приборы, аппараты и оборудование медицинские.
2. СП 158.13330.2014 Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования (с Изменениями N 1, 2)
3. СП 75.13330.2011. Технологическое оборудование и технологические трубопроводы.
4. СанПиН 2.6.1.1192-03 "Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований" – подготовка помещения, отделка, вентиляция, обеспечение медицинскими газами и т.д.
5. *Топчий Д.В., Токарский А.Я.* Концепция контроля качества организации строительных процессов при проведении строительного надзора на основе использования информационных технологий // Вестник Евразийской науки, 2019 №3.
6. *Бидов Т.Х.* Организационно-технологические и управленческие решения использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций// Научное обозрение. – 2017. - №13. – С.54-57.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Цифровизация и совершенствование технологий искусственного интеллекта и рост гиганомики (gig economy— распространение новых видов занятости, заменивших длительные трудовые контракты) ускорили цифровое преобразование отрасли строительства. Цифровизация меняет всё — от ключевых функций, таких как планирование, материально-техническое снабжение, наём рабочих, до подходов к повышению производительности труда [1,2].

Для решения данных задач информационного моделирования объектов строительства на сегодняшний день наиболее широко используются BIMтехнологии (англ. Building Information Model или Modeling), которые распространились во всем мире с начала 2000-х годов. При этом до настоящего времени большинство пользователей внедряют BIM в основном для работы с графическими 3D моделями. [3].

В российской строительной отрасли внедрение информационного моделирования является одной из задач национального проекта «Жилье и городская среда». Отраслевое развитие планируется обеспечить формированием системы управления жизненным циклом объекта капитального строительства, которая основывается на технологиях информационного моделирования, и плановым переходом к ее использованию.[5,15].

Следует отметить, что единая концепция перехода к этой системе до настоящего времени не сформировалась. За прошедшие годы в российской строительной практике сложилось несколько целевых установок и разных подходов к применению BIMтехнологий и их инструментария в строительстве.[4]

Цифровая трансформация влияет не только на эффективность производственной деятельности, но и изменяет организационные структуры, бизнес-модели, формирование цифровой культуры в части социальных и образовательных аспектов. [2, 6].

Информационное моделирование здания позволяет принимать своевременные рациональные решения для того, чтобы оптимизировать процессы строительства и проектирования [9].



Рис.1. Информационный метаболизм жизненного цикла объекта.

В основе оптимизации лежат использование единой модели здания и обмен информацией о любом объекте всеми участниками на протяжении всего жизненного цикла - начиная с концепции, заканчивая вводом объекта в эксплуатацию. Одним из главных преимуществ данного моделирования перед системой автоматизированного проектирования CAD (computer-aided design) является поддержка распределённого пользования, что позволяет использовать данную технологию в целях реализации IDA (интерактивный дизассемблер, который широко используется для реверс-инжиниринга). Инструментарий BIM должен исключить избыточность, повторный ввод и потерю данных, ошибки при их передаче и преобразовании [2, 7, 8].

Применение в практике подхода IDA и инструментария BIM требует организационно-структурных изменений, которые задействованы в проектно-строительном процессе компаний. Анализируя зарубежный опыт, следует отметить, что приложенные в этом направлении усилия окупались ростом производительности и качества работы.

Развитие информационных технологий, приводит к качественному улучшению традиционных технологий производства и методов работы.

Но у всего этого есть и обратная сторона. Не менее половины топ-менеджеров в области строительства чувствуют себя неподготовленными к внедрению современных технологий, поэтому ещё одно важное направление развития строительного производства, хотя его трудно назвать новым, — это обучение сотрудников и стимулирование их самообразования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Sergey Sinenko, Pavel Hanitsch, Sheroz Aliev and Mikhail Volovik. The implementation of BIM in construction projects // E3S Web Conf. Volume 164, 2020 Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering 2019 (TPACEE 2019).2020.16408002
2. Грахов В.П., Мохначев С.А., Манохин П.Е., Иштряков А.Х. Совершенствование организации проектных работ путем внедрения технологий информационного моделирования зданий.// Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1. С. 616
3. Sinenko S. A., Poznakhirko T.Y. On the Description of a Universal Model of Project System// International science and technology conference "EarthScience" IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 459 (2020) 052051.
4. Топчий Д.В., Познахирко Т.Ю. Особенности внедрения BIM в процесс разработки проектной документации // Строительное производство. – №1. –2020 г. – с .69-72
5. Гордиенко И. AUTODESK BIM 360: Будущее строительной сферы.// САПР и графика. №11(253). 2017. с.24-26
6. Sinenko S., Poznakhirko T., Obodnikov V. Automation of visualization process for organizational and technological design solutions // MATEC Web of Conferences–270, –2019. –05008.
7. Гинзбург А.В. Информационная модель жизненного цикла строительного объекта // Промышленное и гражданское строительство. 2016.№ 9. С. 61–65.
8. Казрян Р.Р., Чулков В.О. Московская система мониторинга технического состояния инженерных систем зданий и сооружений//Строительное производство. № 1. 2019.с.8–11.
9. *Васильева, Н.В., Бачуринская, И.А.* Проблемные аспекты цифровизации строительной отрасли // Вестник Алтайской академии экономики и права – 2018 - №7. – с. 39-46.

ЦИФРОВЫЕ ТРЕНДЫ В ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНОЙ БАЗЫ АЭС

Строительно-монтажная база (СМБ) – это совокупность временных зданий и сооружений, технологических комплексов, которые располагаются вблизи строящихся АЭС и используются для их возведения. Площадь СМБ может достигать 100 га (до 60 % площадей занимают укрупнительно-сборочные площадки строительных конструкций, до 20 % – склады, остальную площадь – мастерские различного назначения). СМБ имеет собственные временные инженерные сети, которая связана автомобильной и железной дорогой с объектами строящийся АЭС и транспортными коммуникациями общего пользования.

Перейдем к рассмотрению типового состава СМБ. К объектам СМБ СССР можно отнести следующие: административно-бытовой комплекс, комплексы генерального подрядчика и общестроительных организаций, комплекс тепломонтажных и электромонтажных организаций, арматурное хозяйство, бетонорастворный завод, деревообрабатывающее хозяйство, автомобильное хозяйство, участок строительной механизации, асфальтобетонное хозяйство, завод домостроения, база строительных участков, комбинат специальных конструкций и др. На современных СМБ не проектируются объекты асфальтобетонного хозяйства, автомобильного хозяйства и сборно-разборного завода домостроения.

Наиболее существенным фактором, который влияет на определение размеров и компоновки ряда объектов СМБ является выбор технологии строительства АЭС. Анализ опыта строительства АЭС позволяет выделить два основных направления [1, 2]:

- использование технологии крупноблочного монтажа стен и перекрытий из предварительно изготовленных на СМБ фрагментов. Данная технология позволяет перенести ряд строительных работ в комфортные и технически лучше оснащенные цеха СМБ, что в свою очередь позволяет повысить производительность и качество работ и сократить численность рабочих;
- использование технологии штучного армирования стен и перекрытий. При данной технологии оснащение СМБ минимально, так

как в качестве основного производственного объекта на таких базах размещают арматурный цех с оборудованием, которое изготавливает только малоразмерные детали. Основные сборочные, сварочные и монтажные работы выполняются на строительной площадке. Однако опыт последних десятилетий свидетельствует о том, что подобная технология не обеспечивает высоких темпов строительства и требует привлечение значительного количества трудовых ресурсов, что приводит к излишнему насыщению фронта работ рабочими на строительной площадке АЭС.

Также следует разрешать возникающие проблемы при строительстве новых АЭС с помощью современных и передовых технологий. Например, при многомерном моделировании различных строительных конструкций, укрупненных блоков-модулей, материалов и объектов строительства можно создать единую базу данных, к которой будут иметь доступ заводы-изготовители. Данная база данных позволит автоматически подбирать и специфицировать технологическое оборудование, составлять ведомости расходов материалов, моделировать различные варианты транспортировки грузов на СМБ и тем самым предоставит все рутинные процессы электронно-вычислительным машинам, что позволит повысить эффективность выполнения работ и уменьшить вероятность ошибок, которые способны повлиять на сроки и стоимость строительства АЭС [3].

Помимо многомерного моделирования можно успешно использовать системы спутниковой навигации и позиционирования, которая в настоящее время применяется для производства геодезической съемки. При наличии оборудования и квалифицированного персонала данную технологию можно использовать для определения точности установки крупногабаритного технологического оборудования, выполнения контроля и осуществления поставок наиболее ответственного оборудования и укрупненных блоков-модулей «точно в срок».

Важными аспектами при использовании современных и передовых технологий в строительстве АЭС являются автоматизация и роботизация процессов на СМБ. При выполнении погрузки и разгрузки строительных конструкций, укрупненных блоков-модулей и различных элементов возможно создание аналогичному уникальному козловому крану К2х190 (Балаковская АЭС), козлового крана на пневмоколесном ходу с подключением его к единой сети информационного взаимодействия и таким образом автоматизировать погрузо-разгрузочные работы [4]. При выполнении монтажных работ на СМБ возможно использование роботов

манипуляторов, которые обладают широким диапазоном грузоподъемности, мобильности и высокой точностью позиционирования [5, 6]. Данное решение позволит в автоматическом режиме осуществлять укрупнительную сборку блоков-модулей проектной резки в монтажные согласно многомерным моделям, которые будут загружены в базу данных единой сети информационного взаимодействия со всей необходимой информацией. После осуществления сборки блоков-модулей возможно автоматическое выполнение монтажа их в проектное положение при помощи автоматизированного козлового крана на пневмоколесном ходу, что в свою очередь предоставит вероятность минимизации роль человека в данном производственном процессе и в таком случае трудовым ресурсам будет отведена роль наблюдателей и контролеров строительного процесса возведения АЭС [7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Морозенко А.А., Воронков И.Е.* Повышение эффективности организационно-технологических решений при строительстве АЭС на основе современного российского и зарубежного опыта // Промыш-ленное и гражданское строительство. 2014. №. 10. С. 74-79.
2. *Морозенко А.А., Белов В.В., Воронков И.Е., Кабанов А.С.* Исследование функционально-технологических ограничений при крупноблочном строительстве атомных электростанций // Актуальные про-блемы строительной отрасли и образования. 2020. С. 341-348.
3. *Нестеров И.В.* Информационное моделирование в строительстве // ООО «ИндорСофт». 2014. №. 2 (3). С. 33-36.
4. *Воронков И.Е., Овинкин Н.В.* Мировой опыт и перспективы разработки схем механизации строительства атомных электростан-ций // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. №. 11. С. 1584-1596.
5. *Tochilin A.V., Voronkov I.E., Alabin A.V.* Experience and prospects of using robotics in the nuclear power industry // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. Vol. 1047. №. 1. С. 012193.
6. *Iqbal J.* Robotics for nuclear power plants – challenges and future perspectives // 2nd international conference on applied robotics for the power industry. IEEE. 2012. pp. 151-156.
7. *Voronkov I.E., Ostrovskii R.V., Gamov B.A.* Training system for professionally competent personnel of student construction brigades' main office in NRU MGSU (2011-2019) // Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing. 2020. Vol. 1691. №. 1. С. 012028.

Студент 6 курса 18 группы ИГЭС Хитев П.А.

Студентка 1 года магистратуры 13 группы ИЭУИС Арцибасова Т.С.

Научный руководитель - доц., канд. экон. наук, доц. Лучкина В.В.

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАРКАСНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ СЕЙСМИКИ

Воздействие сейсмической активности на здания, в основном, выражается в колебаниях основания, которые вызваны быстрыми и повторяющимися изменениями ускорения. [1].

Для строительства зданий и сооружений каркасного типа с учетом гибкости и упругости основания, необходимы правки проекта. Гибкость основания находит свое отражение в следующих характеристиках: частоте, периоде и форме естественных колебаний в структуре основания. [2].

Анализируя вышеизложенное, делаем вывод, что при проектировании жесткой конструкции в условиях высокой сейсмической активности необходимо учитывать упругость основания. При этом для легко деформирующейся конструкции этого можно не делать [3].

Перед началом строительства необходимо изучить выбранную для будущего объекта территорию, опираясь на данные, полученные в результате гео- и сейсморазведки. Помимо этого, полезно обследовать существующие конструкции, их состояние и наличие в них повреждений.

Один из возможных вариантов - разработка легкого здания со стальной или алюминиевой рамой, колонны и перекрытия которого имеют жесткие связи, превращающие его в блок, геометрически не изменяемый, менее подверженный сжатию, сдвигу, изгибу и растяжению [4].

В качестве материала для возведения ограждающих конструкций могут служить ж/б панели, легкий и особо легкий монолитный железобетон, рифленые или щелевые кирпичи, туфоблоки. Конструкции из последних двух типов материалов, должны быть дополнительно усилены. Главное условие для конструкций стен и перекрытий - минимально возможная масса. Кроме того, все элементы каркаса и их стыки и должны соответствовать требованиям в соответствии с сейсмическими нагрузками соответствующего региона.

В связи с этим при оценке сейсмостойкости зданий и сооружений необходимо главным образом учитывать показатели структурной формы и массу конструкций, как наиболее важные параметры, по сравнению с ускорением основания.

В этом заключается основной принцип показателей сейсмической устойчивости и суть проектирования в зонах сейсмической активности.

Существуют основные принципы проектирования металлических конструкций с использованием каркасной технологии [5]:

1. Конструкция в целом, её фундаменты и соединения всех конструктивных элементов должны быть амортизированы, то есть иметь буферность и демпферность;

2. Для конструкции фундамента лучше всего использовать монолитную железобетонную плиту, которая расположена на гибких сваях или имеет демпфер на основании;

3. Другой способ спроектировать фундамент - это сделать сплошную плиту из железобетона с двумя слоями. В этом случае нижний слой необходимо укладывать прямо на землю. Поверхность нижней плиты должна быть гладкой и иметь скользящую подушку, позволяющую ей двигаться во время землетрясения.

4. В металлических конструкциях можно обеспечить прочную фиксацию в стыках с помощью амортизационных вставок между конструктивными элементами;

5. Конструкция производственного здания должна соответствовать следующим критериям: все смежные пролеты должны быть одинаковой высоты; элементы каркаса должны быть расположены симметрично и здание в плане должно иметь прямоугольную форму;

6. Рассматривая организационно-технологические варианты проектирования вертикальных соединений между колоннами как элемент, наиболее подверженный сейсмическим воздействиям, рекомендуется отказаться от наличия вертикальных соединений и выбрать рамную конструкцию не только в поперечном, но и в продольном направлении;

7. Необходимо строить здания и сооружения, в зонах подверженных сейсмическим воздействиям имеющие рамную конструкцию как в продольном, так и в поперечном направлениях. Также желательно полностью исключить вертикальные соединения элементов;

8. Массу кровельного покрытия необходимо сделать минимальной;

9. Необходимо использовать жесткое соединение балок с колоннами в узлах;

10. При проектировании очень важно добиться того, чтобы направление сил в узлах конструкции не меняло своей траектории. Конструкция должна быть спроектирована так, чтобы в ней не возникало концентраций напряжений в узлах и элементах;

11. При наличии жестких узлов в местах расположения головки колонны, основание колонны лучше всего выполнить шарнирным.

12. Конструктивные элементы каркаса и места их соединений должны быть выполнены из материалов с высокой прочностью на разрыв. Для изготовления ограждающих конструкций можно использовать дерево и пластик;

13. Необходимо добиться минимизации нагрузки на раму;

14. При проектировании необходимо стремиться уменьшить возможное ускорение всех элементов конструкции каркаса и здания в целом.

15. Установка связей в продольном направлении увеличивает жесткость здания и жесткость облицовки;

16. При возведении здания необходимо выполнить сварку конструктивных элементов между собой, которая обеспечит пластичность швов;

Соблюдение всех этих принципов при проектировании и возведении позволяет металлической конструкции выдерживать самые интенсивные землетрясения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Лучкина В.В.* Оптимизация проекта энергоэффективного строительства и анализ рынка энергоэффективных технологий при проектировании зданий // Системные технологии. – 2018. №3(28). 2018. С. 5-13
2. *Ольфати Р.С.* Анализ проектирования стальных конструкций малоэтажных промзданий в условиях высокой сейсмики // Инновации и инвестиции – 2019. №4. С. 287-291.
3. СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах»
4. *Alfred Steinle Precast Concrete structures.* Berlin: Ernst & Sohn, 2019. 272 p
5. *Luchkina V.* Business center construction project as the model of resource-saving building, Journal of Physics: Conference Series. Vol. 1614. 012033. 2020

СТУДЕНЧЕСКИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ОТРЯДЫ КАК ЭФФЕКТИВНАЯ ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА И КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

К знаковым социально-общественным и государственным явлениями, вошедшими в российскую историю, без всякого сомнения, можно отнести движение студенческих отрядов (ССО). Движение, бесспорно, оказало огромное влияние на подготовку молодых специалистов, на модернизацию учебно-воспитательного процесса в высших учебных заведениях и внедрение новых эффективных форм организации трудовой практики. Одновременно с этим молодежь вплотную приближалась к реальной жизни, у молодого поколения постепенно формировался новый острый взгляд на обстановку в стране, появлялись новые идеи и пути решения проблем. [1]

«Стройотряды» результативно работавшие на строительных площадках, стали примером самоорганизующейся социальной структуры. ССО по сей день является одним из самых эффективных способов популяризации профессионально-трудовой деятельности в строительстве среди студентов[2]. Реализация масштабных проектов в строительной отрасли возможна исключительно при наличии надежного кадрового потенциала[3]. От специалистов требуется как решение рутинных задач, так и незамедлительное принятие нестандартных решений. В период летних каникул трудовые ресурсы из числа обучающихся [4] стали существенной силой в деле реализации масштабных проектов строительства высокотехнологичных сооружений. Бойцы отрядов обладают существенным потенциалом и профессиональными навыками, что позволяет компенсировать потребность в рабочей силе во время острой потребности в квалифицированных кадрах.

Происходившие в 2000-х гг. возрождение и централизация движения обеспечила достижение общей управляемости и целостности системы, но не до конца решило проблему низкой конкурентоспособности на рынке рабочей силы, что выражалось в недоверии к студенческим отрядам, восприятие отрядов и восприятию их как временных трудовых бригад. Трансформация и перерождение студенческих строительных отрядов в новейшей истории тесно и с вызовами, стоящими перед

строительным сектором экономики сегодня. Вектор развития отрасли и требования, предъявляемые к специалистам сегодня, всё же должны являться определяющими факторами при построении первоочередных целей существования и функционирования всего движения студенческих строительных отрядов, а также избрании и систематическом преобразовании ОС ССО образовательной организации, обладающей наибольшим потенциалом развития.

В 2011 году в МГСУ действовало 3 отряда, и в целях их поддержки и организации в 2012 году была организована деятельность Штаба ССО и отряды приняли современный вид [5]. Выбранная организационная структура (ОС) управления вобрала в себя многолетнюю историю и традиции всероссийского ССО, а также использовала опыт предыдущих лет по организации производственной практики обучающихся. Деятельность ОС основывается на наличии единого органа управления ССО в рамках вуза или сузуа – штаба ССО с достаточным подчинением ему линейных ССО.

Благодаря наличию грамотной штабной ОС в 2015 году удалось впервые реализовать программу «Инженеру – рабочую профессию» [5]. После реализации данной программы более 600 студентов с 2015-2019 года получили рабочую специальность. [6].

Системная планомерная деятельность ССО НИУ МГСУ реализована в рамках штабной ОС, ориентированной на совершенствование профессиональных навыков обучающихся университета, позволила команде Центрального федерального округа, полностью состоящей из бойцов из МГСУ, два года подряд (2016, 2017 гг.) занимать первые места в конкурсе профессионального мастерства «ТрудКрут». Помимо этого Штаб ССО НИУ МГСУ был трижды удостоен звания «Лучший штаб образовательной организации» в 2014, 2017 и 2018 гг.

Выше перечисленные достижения стали возможны, в первую очередь, благодаря эффективному управлению штабом линейными ССО, созданному механизму своевременного формирования и контроля реализации иерархии поставленных целей, [4] использованию процессного подхода, использованию программно-целевых инструментов, консолидации информационных потоков в едином органе.

Разработанная и апробированная в процессе развития движения ССО НИУ МГСУ методика преобразования ОС [3] студенческого строительного отряда является действующей и эффективной моделью. Ее применимость и результативность подтверждена приведенными

высокими количественными и качественными показателями деятельности ССО НИУ МГСУ в 2011–2019 годах.

Эффективная организация деятельности ССО НИУ МГСУ позволила в 2011-2019 годах привлечь к реализации крупнейших инвестиционно-строительные проектов (Нововоронежская АЭС-2, Космодром Восточный, Нижне-Бурейская ГЭС, Сахалинская ГРЭС-2, Олимпийские объекты г. Сочи и др.) свыше 1200 профессионально-компетентных бойцов ССО. Атомное, тепловое, гидротехническое, специальное и инфраструктуре строительство получило значимый приток квалифицированных кадров, обладающим уникальным опытом работы, сформированными профессиональными компетенциями и надпрофессиональными навыками.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *И.К. Комаров: под общ. Ред. И.И. Комаровой. 50 лет ССО / Сост М.: Издательский Дом «Зимородок», 2009. – 640 С.: ил. (1)*
2. *Воронков И. Е., Островский Р.В. Типология организационных структур современных студенческих строительных отрядов / И. Е. Воронков, Р. В. Островский // Строительное производство. – 2020. – № 2. – С. 86–94.*
3. *Воронков И.Е., Островский Р.В. Методика преобразования организационной структуры студенческого строительного отряда образовательной организации // Строительное производство. 2020. № 3. С.14-20.*
4. *Воронков И.Е., Островский Р.В. Организационно-управленческие проблемы студенческих строительных отрядов как инструмента формирования кадрового потенциала строительной отрасли // Наука и бизнес: Пути развития. 2020. № 9(111). С.78-84.*
5. *Gamov B. A. et al. Organizational and technological features of professional training of student construction brigades. Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2020. Vol. 1691. No 1. Pp. 012032. DOI:10.1088/1742-6596/1691/1/012032*
6. *Voronkov I. E., Ostrovskii R. V., Gamov B. A. Training system for professionally competent personnel of student construction brigades' main office in NRU MGSU (2011-2019). Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2020. Vol. 1691. No 1. Pp. 012028. DOI:10.1088/1742-6596/1691/1/0120.*

СЕКЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

*Студентки 4 курса 16 группы института ИСА Ахметзянова Д. Р.,
Прищепина А.А.*

Студентка 4 курса 2 группы института ИСА Хмелевская Ю. В.

*Научный руководитель – проф., канд.техн.наук, проф. Б.В.
Жадановский*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В РОССИИ ГОСУДАРСТВЕННО- ЧАСТНОГО ПАРТНЁРСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ПРОГРАММАХ РЕНОВАЦИИ

Государственное частное партнёрство (ГЧП) является одной из форм взаимодействия частного бизнеса и государства.

Целью ГЧП является предоставление активов в качестве общественного блага.

Основные положения реализации государственно-частного партнёрства в России:

1. Возможность использования различных форм ГЧП
2. Перекалывание коммерческих рисков на инвестора
3. Невмешательство в деятельность инвестора
4. Оценка и проработка будущих рисков и подробное структурирование объекта
5. Разделение неизвестных рисков между государством и инвестором

Проанализировав иностранный опыт, было выявлено, в течение последних десятилетий в Европе в области государственно-частного партнёрства происходят значительные изменения. Причиной является неудовлетворение работой общества и публичных служб. Страны Европейского Союза (ЕС) в 1990-х годах смогли быстро сформировать свои институты по управлению и регулированию ГЧП по подобию развитого и приспособляющегося законодательства, а также исторического опыта работы рыночной экономики западных стран, проработали механизмы государственно-частного партнёрства [1].

Экономическое развитие и воплощение на практике государственно частного партнёрства в странах ЕС построено на синергетическом эффекте гибридной экономики.

Государство оставляет за собой право распоряжаться инфраструктурными объектами, так как остаётся их собственником.

В соответствии с Постановлением Правительства России в настоящее время одной из поставленных задач является обеспечение населения комфортным жильём. Объёмы строительства для решения этой задачи высоки, и в сочетании с короткими сроками выполнения поставленной задачи необходимо развитие ГЧП в России. Находясь на пороге крупномасштабной и общероссийской реновации, которая подразумевает. [2,3,4]

снос ветхих жилых зданий, относящихся к категории непригодных для проживания, и строительство на их месте новых, отвечающих требованиям СП 54.1330.2016 необходимо привлечение крупных системных застройщиков. Примерами таких компаний являются системные застройщики: ГК «ПИК», ГК «МонАрх», ОАО «ДСК-1», Концерн «КРОСТ», «Capital Group».

Исходя из ФЗ № 224 о ГЧП, государство заключает соглашение с отвечающими его требованиям, надёжными (платёжеспособными) застройщиками.

Также государством создаётся специальная система контроля и регулирования взаимоотношений между государством, являющимся инвестором, и частными системными застройщиками, которые несут обязательства по реализации программы общероссийской программы реновации. Такая система имеет определяющее значение для успешного функционирования ГЧП [5,6].

Специальные контрактные документы, во-первых, закрепляют разделение рисков между государством и бизнесом, отличающих ГЧП от других видов взаимодействия государства с бизнесом. Во-вторых, отражают сложную систему гарантий, учитывая интересы обеих сторон.

Чаще всего ГЧП привлекает интерес государства из-за некоторого ряда причин:

- расходы по инвестированию и эксплуатации можно переложить на системных застройщиков;
- частичное решение социально-экономической ситуации.

На сегодняшний день ГЧП является стратегическим, институциональным и организационным союзом осуществления общественно значимой деятельности.

Для принятия нормативно-правовых актов в части развития и успешного применения такого инструмента как ГЧП, необходимо выполнить следующие условия [7]:

- закрепить законодательно новые правила отношений государства и бизнеса;

- проработать нормативную базу при этом добавить аспекты ГЧП.

При выборе государством партнёров для воплощения в жизнь программы реновации необходимо привлекать стратегический менеджмент и использовать финансовые инструменты. Такими инструментами являются создание банковской структуры, в которой берётся за основу ведущие банки и налаживается обеспечение страхования рисков строительства, как одной так и другой стороны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ширишков Б.Ф.* Организация планирование и управление в строительстве: Учебник для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2012 – 528 с.

2. *Варнавский В.Г., Клименко А.В., Королев В.А.* Государственное и частное партнерство: теория и практика. Учебное пособие. – М.: Издательство Высшая школа экономики, 2013 – 288 с.

3. Федеральный закон "О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 13.07.2015 N 224-ФЗ (последняя редакция).

4. Семинар "Государственно частные партнёрства взаимодействия государственного и инфраструктурных и социальных проектов". Москва. Посольство Великобритании. 2003. С. 27. новая форма в финансировании частного секторов.

5. *Ткаченко М.В.* Основные положения концепции (стратегии) развития государственно-частного партнерства в РФ до 2020 года – С. 4.

6. *Oleinik P., Yurgaytis A., Popova A.* PLANNING OF DESIGN WORKS AND FORMATION OF THE INITIAL PERMISSIVE DOCUMENTATION FOR PROJECTS OF GENERAL EDUCATION INSTITUTIONS // В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2018. С. 05023.

7. *Oleinik P., Cherednichenko N., Melnichuk V., Bulycheva A.* INTEGRATED APPROACH TO THE RECONSTRUCTION OF INDUSTRIAL ENTERPRISES// В сборнике: MATEC Web of Conferences. 2018. С. 05029.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТОВ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

За последние годы динамика роста гражданского строительства достигла высочайшего уровня в современной России. По опубликованным данным Росстата, только за 2019 год общая площадь зданий, которые были введены в эксплуатацию достигла 139,4 млн м², из которых 106,2 млн м² приходится на жилье. В сравнении с 2018 годом рост составил 10,5%, а в сравнении с жилищным бумом (2008 г.) и вовсе рост составил 43,1% [1]. Исходя из рекордного количества выданных ипотечных кредитов в 2020 году (4,2 трлн руб), такой рост должен продолжиться.



Рис. 1 – Диаграмма динамики роста гражданского строительства в РФ по данным Росстата

С увеличением объемов строительства неизбежно вырастает повышенная потребность и в проектных работах. Данный вопрос Министерство строительства рассчитывает решать путем использования типовых проектов.

Однако, если мы проследим за тем, как изменяется скорость использования типовых проектов в сравнении с обычным проектированием для каждого из разделов проектной документации, то увидим, что существует раздел проект организации строительства (ПОС), который не поддается типизации [3]. Причина в том, что ПОС невозможно создать на все случаи жизни, и он зависит от таких

факторов, как расположение объекта строительства, возможностей региона, условий работ и многого другого.

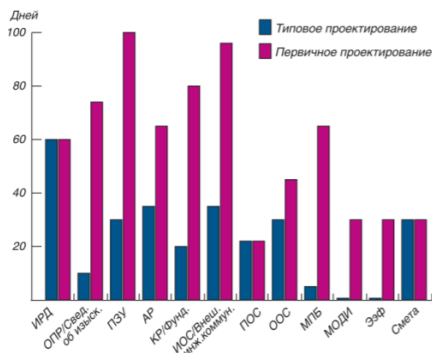


Рис. 2 – Увеличение скорости проектирования за счет использования типовых проектов

Исходя из того, что в настоящее время мы наблюдаем возрастное старение проектировщиков (средний возраст работников всех стратегических отраслей промышленности составляет 55–57 лет), дефицит инженерно-технических кадров испытывает примерно 44% российских работодателей. Также ощущается отстраненность нынешнего поколения молодых проектировщиков от научных основ решения многих производственных проблем, о которых излагалось учеными некогда мощной системы организационно-технологического проектирования [3].

В таких условиях необходимо уже сейчас готовить инструменты для того, чтобы справляться с возрастающими объемами проектирования. Таким инструментом должно стать использование современных компьютерных программ и автоматизации проектирования для рядового инженера. Даже имея большое количество таких программ (Microsoft Project, СПДС Стройплощадка, Spider Project, «Гектор» и др.) Следует признать, что на данный момент программные средства до сих пор не удовлетворяют всех потребностей инженеров организационно-технологического проектирования в силу их локальности, негибкости «подзадачной технологии», программно-информационной разобщенности» [3].

Среди прочих проблем, которые отражаются на сроках и качестве проектов можно выделить следующие:

- Несовершенство методологии и технологии организационно-технологического проектирования для современных условий (отсутствие единых стандартов);
- Отсутствие по-настоящему качественных и удобных отечественных цифровых продуктов, которые отвечали всем требованиям современности и связь между разделами проектной документации между собой;
- Сложность внедрения инноваций в нормативные документы и донесение их до проектировщиков.

Не смотря на имеющиеся продукты для автоматизации проектирования, инженеры-технологи все еще нуждаются в средствах автоматизации ПОС и открывает большой горизонт для работы в совершенствовании данной области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Морозова Т. Ф., Сахариева А.А.*, Применение типовой проектной документации в целях сокращения стадии проектирования // Всероссийский журнал специалистов «СтройПрофи». 2016.- С. 9–11.
2. *Каган П.Б.* Повышение эффективности организационно-технологического проектирования в строительстве за счет его модернизации с использованием современных цифровых технологий // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы», 2020 №1, DOI:10.15862/09INOR120
3. *Sinenko S.* SELECTION OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR CONSTRUCTION//В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference "EarthScience". 2020. С. 052043.
4. *Sinenko S.A., Poznakhirko T.Y.* ON THE DESCRIPTION OF A UNIVERSAL MODEL OF PROJECT SYSTEM // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference "EarthScience". 2020. С. 052051.
5. *Sinenko S., Zhadanovskiy B., Pakhomova L.* ROOFING ARRANGEMENT WITH FACING ROLL MATERIALS // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference "FarEastCon 2019". 2020. С. 042012.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Применение современных технологий оказывает влияние на экономичность, эффективность и безопасность производства работ. Традиционные способы контроля, например, визуальное наблюдение и очные проверки, могут быть заменены использованием современных технологических решений. В данной статье рассматривается практическое применение данных решений для контроля работы исполнителей и контроля строительной площадки.

Стоит отметить, что строительство – это технически сложная и наиболее трудозатратная сфера человеческой деятельности. Невозможно представить, как бы мы в современном мире могли производить работы без применения специальных машин и оборудования. Поэтому развитие науки и техники приводит к новым технологическим изменениям, особенно строительной отрасли[1, 2, 5].

Автоматизация предполагает использование специальных технических средств, с помощью которых человек полно или частично освобождается от участия в различных процессах. Рассмотрим некоторые из таких средств, определим, для каких целей они могут использоваться в строительстве, а также оценим эффективность их применения[3, 4].

1. GPS-маячки для мониторинга строителей и спецтехники.

Чтобы последовательность строительства соответствовала графику производства работ нужно вовремя доставлять материалы, технику и оборудование на строительную площадку, контролировать работу строителей.

С GPS-мониторингом появилась возможность отслеживать на карте со смартфона или компьютера, где в данный момент находится единица техники, а также планировать маршруты доставки и контролировать отклонения, фиксировать начало и конец смены. Система GPS-мониторинга исполнителей позволяет контролировать местоположение и рабочий процесс каждого сотрудника: начало и конец смены, количество перерывов. А камера, установленная в каску, решает вопрос контроля за рабочим процессом.

Маячки могут представлять собой небольшие портативные устройства, удобные в использовании для человека. В таких устройствах

присутствует тревожная кнопка, нажав на которую можно подать моментальный сигнал о помощи, датчик падения, контролирующий положение человека в пространстве. Для техники удобно использовать маячки на мощных магнитах, с помощью которых их легко прикрепить к технике. В таких датчиках есть функция контроля за откреплением устройства.

2. «Умный» шлем дополненной реальности.

Компания Daqri изобрела «умный» шлем для инженеров и строителей. Шлем состоит из очков с дисплеем, камеры кругового обзора и датчиков распознавания окружающих объектов. По виду шлем совсем отличается от обычной каски, однако корпус шлема и очки могут защитить голову и глаза от повреждений.

Шлем Daqri Smart Helmet может работать совместно с BIM-технологией, визуально представлять информацию о ситуации на строительной площадке и сравнивать ее с проектом. На экран передней поверхности шлема проецируется информация: различные настройки, не блокирующие просмотр. Такой шлем решает задачу локального позиционирования на объекте, соединяет работников различных отраслей в режиме реального времени, обеспечивает повышение производительности и эффективности.

3. Собака-робот SpotWalk от Boston Dynamics.

Уже сегодня на помощь человеку, а иногда и на его замену приходят инновационные машины – строительные роботы. Под роботами в данном случае подразумеваются автоматизированные механизмы с определенным функционалом, которые помогают в выполнении тех или иных работ.

В процессе строительства часто возникают сложности из-за отклонений при возведении объекта строительства от проектного задания. Существующая технология цифрового проектирования BIM предполагает разработку трехмерной модели здания, связанной с информационной базой данных по каждому объекту модели. Чтобы проверить этапы возведения здания на соответствие проекту, необходимо собирать данные по ходу строительства. Робот Spot может собирать данные надлежащего качества, последовательно и в одном и том же месте. Управление роботом может осуществляться с помощью планшета, в нем заранее указываются точки, по которым происходит движение, или автоматически – робот может самостоятельно пройти по сохраненному маршруту. Собранные данные загружаются на специальную платформу, в которой проводят анализ того, что и в каком

состоянии находится, оцениваются ресурсы для решения возникших проблем.

Быстрое и последовательное сканирование строительных площадок является точным мониторингом отслеживания прогресса. Время сканирования и постобработки зависит от размера трехмерной модели и может быть сокращено с недель до нескольких дней. Функции дистанционного управления значительно повысили безопасность и эффективность посещения объекта. Предварительное нанесение на карту точек маршрута обеспечивает постоянное и повторное сканирование.

Рассмотренные технические средства повышают эффективность и производительность, позволяют освободить трудовые ресурсы. Высокая точность передачи и воспроизведения данных является несомненным преимуществом данных технологий. За счет их функциональности повышается безопасность посещения строительных объектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Топчий Д.В., Токарский А.Я.* Концепция контроля качества организации строительных процессов при проведении строительного надзора на основе использования информационных технологий // Вестник Евразийской науки, 2019, № 3.
2. СП 301.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами».
3. *Topchiy D., Bolotova A.* ASSESSMENT AND INSPECTION OF THE TECHNICAL CONDITION OF MONOLITHIC REINFORCED STRUCTURES IN TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE FACILITIES//В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. International Scientific Conference on Modelling and Methods of Structural Analysis 2019, MMSA 2019. 2020. С. 012005.
4. *Topchiy D., Bolotova A.* SYSTEMATIZATION OF FACTORS AFFECTING THE ORGANIZATIONAL PROCESSES IN THE CONVERSION OF BUILDINGS//В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference "FarEastCon 2019". 2020. С. 032042.
5. *Topchiy D., Bolotova A.* FORMATION OF A SYSTEM FOR ASSESSING THE RENOVATION OF MONOLITHIC BUILDINGS // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Scientific Conference Interstroyemh - 2019, ISM 2019. 2020. С. 012059.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Вопрос реконструкции промышленных зданий и сооружений в настоящее время остается актуальным, так как технический уровень производства требует регулярного повышения в соответствии с современными требованиями. Это необходимо, чтобы в наиболее короткие сроки улучшить показатели эффективности производства.

Реконструкция представляет собой процесс переустройства зданий или сооружений в целях полных или частичных изменений в функциональное назначение, повышения качества застройки территорий промышленных объектов, установки современного оборудования, приведения производства к уровню, соответствующему постоянно повышающимся требованиям. Реконструкция направлена на улучшение эксплуатационных, технологических, технических свойств производства. Она позволяет уменьшить или временно устранить моральный износ промышленного здания. [1]

Реконструкция предприятий ставит перед собой задачу организовать не только интенсивное и современное, но и безопасное с точки зрения экологии производство, которое будет характеризоваться максимально эффективными показателями природопользования и потребления ресурсов. При этом должны учитываться такие процессы, как рост масштабов, внедрение инноваций, постоянное усовершенствование производственных процессов, которые положительно влияют на качество производимой продукции, характеристики производительности труда. Процесс, как правило, происходит максимально быстро и производство при этом не останавливается. [2]

Реконструкция предприятий, находящихся в состоянии непрерывного производства, имеет свои особенности. Используемая технология производства оказывает значительное влияние на непрерывность выполняемых работ по строительству и монтажу. В подобных условиях непроизводительные временные затраты увеличиваются в полтора-два раза по отношению к новому строительству. А строители работают с меньшей эффективностью. Их производительность труда уменьшается на 20-30%. Важно, чтобы в

проекте организации строительства учитывалась необходимость их сочетания с технологией, действующей на реконструируемом предприятии. Крайне важно учитывать режим работы, высокую опасность производства работ, стесненность условий и необходимость выполнить работы в сжатые сроки.

При реконструкции промышленных предприятий необходимо обеспечить всем конструкциям, как демонтируемым, так и сохраняемым, зданию в целом сохранение прочности, устойчивости. Необходимо спланировать мероприятия по совместной слаженной и безопасной работе всех специализированных подразделений, принимаемых участие в реконструкции и всего производства в целом.

При решении проблемы, которая связана с повышенной взрывоопасностью и пожароопасностью, и работами в стесненных условиях среди функционирующего оборудования и различных коммуникаций целесообразно использовать малогабаритные механизмы и машины. Подойдут малые погрузчики, экскаваторы, а также подъемные гидравлические установки, малогабаритное сверлильное оборудование и т. д.[3].

Чтобы избежать значительных трудовых и материальных затрат, необходимо максимально эффективно использовать имеющиеся конструкции, избегать по возможности возведения различных вспомогательных сооружений. [3]

В целях соблюдения требований к экологической безопасности важно исключить загазованность и запыленность воздуха. Необходимо уменьшить шум и предотвратить повышение вероятности взрыва и возгорания. При необходимости проводятся работы по монтажу противопожарных преград, имеющих достаточно высокий предел огнестойкости. Это может быть перекрытие, перегородка, дверь или стена.

Реконструкция уже действующих предприятий на сегодняшний день бурно развивается наравне со строительством новых. Она играет первостепенную роль с учетом постоянных изменений функционального назначения и условий эксплуатации промышленных зданий в результате применения новых технологий.

При реконструкции зданий промышленного назначения используются инновационные технологии, которые увеличивают показатели энергоэффективности. Поэтому специалистов в сфере реконструкции промышленных зданий по праву можно назвать важным, перспективным ресурсом экономического развития государства. [4]

После проведения анализа текущей ситуации в сфере реконструкции промышленных зданий, изучения работ и исследований по этой тематике, можно сделать вывод, что техническое переоснащение и реконструкция функционирующих предприятий признаны важнейшим направлением интенсификации и развития промышленного производства, повышения эффективности финансовых вложений и технического уровня предприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Леонович С.Н., Черноиван В.Н., Полейко Н.Л., Снежков Д.Ю., Земляков Г.В., Голубев Н.М., Зверев В.Ф., Соболевский Д.Ю., Попов О.В., Ольгомец А.И., Передков И.И., Латыш А.В., Пелюшкевич А.И., Статкевич П.И., Коледа Е.А.* // Технология реконструкции зданий и сооружений. Книга 2 // - 2018 г. 289 стр.

2. Реконструкция зданий и сооружений. Под. ред. А. Л. Шагина: Учебное пособие для строительных специальностей вузов. - М: Высш. шк. 1991г. - 352с.

3. *Разумец К. В., Ненра А. С.* Особенности реконструкции промышленных зданий //Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №5. С. 301-304.

4. *Нечаева Е.А.* Исследование инновационных технологий при реконструкции промышленных зданий // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral» 2020 №2/ С. 179-186.

5. *Гулак Л.И., Фалькина Ю.Ю.* Исследование возможностей реконструкции промышленных зданий // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Материалы межрегиональной научно-практической конференции "Высокие технологии в экологии". 2012. № 1. С. 77-80.

6. *Кривчиков Н.М., Гуцин Е.А.* РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В книге: Смотр-конкурс научных, конструкторских и технологических работ студентов Волгоградского государственного технического университета. Тезисы докладов. Редколлегия: С.В. Кузьмин [и др.]. 2019. С. 406.

ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВА ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Современный человек все время окружен шумом: железнодорожный транспорт, автотранспорт, строительные площадки. Шум негативно влияет на здоровье человека, а именно на вегетативную и центральную нервную системы. Конечно, воздействие шума в квартире не соизмеримо с воздействием шума на строительной площадке или на местах работы оборудования, но все же сторонние звуки приводят к психологическому дискомфорту, раздражению и не позволяют человеку полноценно восстановиться и отдохнуть, особенно остро это проявляется в ночное время.

Одной из главнейших проблем новостроек является очень плохая звукоизоляция. В монолитный каркасе (по технологии монолитного строительства возводится почти весь современный жилой фонд) звук проходит беспрепятственно и быстро, так как и перекрытия и стены жестко и бесшовно связаны между собой, в отличие от панельных и сборных, где отсутствует жесткий стык. Так работа перфоратора в одной из квартир монолитного дома будет слышна почти всем соседям.

Важно понимать, что толщина перекрытия в современных новостройках варьируется от 160-250 мм в зависимости от пролета, она обусловлена исключительно конструктивными требованиями, так как добиться соблюдения требований по звукоизоляции за счет массивности конструкции очень сложно и экономически невыгодно, поэтому в обязательном порядке необходимо делать дополнительные мероприятия по улучшению звукоизоляции, в соответствии с п.9.10 СП 51.13330.2011 «Защита от шума».

Научно-техническая гипотеза состоит в предположении о возможности повышения результативности организации строительства за счет совершенствования контроля качества звукоизоляционных работ. То есть *нужен* такой инструмент, который обяжет застройщиков делать звукоизоляцию путем создания определенной системы контроля, что в итоге приведет к улучшению качественных показателей жилых зданий.

Проблема в том, что часто квартиры сдаются без отделки, так стоимость будет на порядок меньше, чем с отделкой, что играет большую

роль на рынке застройщиков, так как покупатель будет, очевидно, искать наиболее выгодную цену. Выгода застройщиков состоит в меньшем количестве требований при сдаче объекта.

Сдача квартир без шумозащиты возможна из-за наличия брешей в законодательстве. Так звукоизоляция проектируется в качестве рекомендации для будущих жильцов, то есть никаких обязательств и ответственности застройщик за защиту от шума не несет, в виду того, что сдается только конструктив. В такой ситуации надеяться на осведомленность и ответственность в этом вопросе будущих жильцов очень неосмотрительно: нет гарантий, что будет сделана звукоизоляция пола, а проконтролировать каждого собственника невозможно.

Решением является использование всевозможных средств и их комбинации как на стадии проектирования, так и на стадии строительства, направленных на обеспечение требований по звукоизоляции. Разработать единый инструмент для контроля достаточно сложно, но можно принять во внимание следующие предположения:

1) В рамках устава саморегулируемой организации строителей ввести пункт, который бы обязывал их выполнять минимальную шумозащиту;

2) При заключении договора долевого строительства, дольщик выбирает типовое решение с минимальной отделкой. В договоре прописываются обязательства застройщика по производству шумозащиты;

3) Введение в этом году нового постановление правительства №985 от 4 июля 2020 года «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений"». (в отличие от предыдущего постановления №1521, действующее постановление обязывает соблюдать пункт 9.10. СП 51.13330.2011) возможно, приведет к тому, что застройщики будут сдавать квартиры с минимальной отделкой;

4) Тщательной проверке на санитарные требования по звукоизоляции подлежат детские сады и школы, так как строительство идет на государственные деньги. Жилые дома так не проверяются. Решение – усиление контроля со стороны государства.

В итоге производство работ по звукоизоляции застройщиком неминуемо приведет к повышению стоимости квартиры, но благодаря

этому будут гарантированы комфортные условия проживания для собственников.

В настоящей статье, я сделала обзор на актуальную проблему современных новостроек – плохую звукоизоляцию и постаралась найти пути решения. В дальнейшем, хотелось бы глубже изучить проблему плохой звукоизоляции, как со стороны качества выполняемых работ, так и со стороны контроля за соблюдением требований СП. Необходимо совершенствовать инструмент контроля, для повышения качества готовой продукции и повышения конкурентоспособности на рынке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Закон города Москвы от 12 июля 2002 года № 42 «О соблюдении покоя граждан и тишины в городе Москве»

2. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (с Изменением N 1) – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084097> (дата обращения: 14.02.2021). –Текст: электронный.

3. СП 23-103-2003 Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200035210> (дата обращения: 10.02.2021). –Текст: электронный.

4. Натурные измерения звукоизоляции в новостройках Москвы [Электронный ресурс] - режим доступа: <https://ardexpert.ru/article/15140> (дата обращения 05.01.2021).

5. Лapidус А.А., Потенциал эффективности организационно-технологических решений строительного объекта// ВЕСТНИК МГСУ 2014. С. 175-180

6. Земцова О.Г., Володин В.А. , О недостаточной звукоизоляции перекрытий в многоквартирных домах и способах ее повышения// Современные научные исследования и инновации 2015. С. 45-48

7. Новосельцев Ю.П., Чумасова Е.В., Шалагинова Е.В., Звукоизоляция межквартирных перегородок и межэтажных перекрытий в жилых домах// Общество. наука. инновации (нпк-2018). Сборник статей XVIII Всероссийской научно-практической конференции: в 3 томах. Вятский государственный университет. 2018 2015. С. 629-635.

Студент 4 курса 17 группы ИСА Дегтярев А.А.

Научный руководитель – доц. каф. ТОСП, канд. техн. наук, М.Ф. Кужин

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Выполнение специальных работ в строительстве является неотъемлемой частью процесса возведения объекта капитального строительства. К ним относятся гидроизоляционные, теплоизоляционные, санитарно-технические и электромонтажные работы. Специальные работы по трудоемкости составляют примерно 20 процентов от всего объема работ (для шестисекционного панельного пятиэтажного дома – 1353 человеко-дней на спец. работы и 7462 человеко-дней всего), поэтому их грамотное планирование имеет большое экономическое значение. Некачественно выполненные специальные работы в дальнейшем, при эксплуатации, могут являться причиной аварийных ситуаций (подтопление подвала грунтовыми водами, затопление квартир, пожар из-за короткого замыкания электропроводки и тд.),

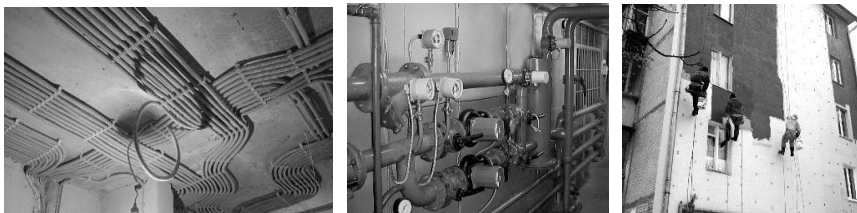
Организация санитарно-технических и электромонтажных работ в жилом доме осуществляется в увязке с общестроительными и отделочными работами. До их начала должно быть выполнено: возведено не менее двух этажей, заполнены дверные и оконные проемы, в помещении поддерживается положительная температура, завершены подготовительные работы. Работы осуществляются в два этапа параллельно друг другу специализированными потоками.

Первый этап включает для электромонтажа – разметку трасс, штробление, прокладку стояков и рукавов для скрытой проводки с заделкой в стены, установку распаечных коробок, электрощитов, затяжку проводов[1]; для санитарно-технических работ – монтаж систем холодного и горячего водоснабжения, канализации, газоснабжения и отопления (включая установку радиаторов)[2]. Этот этап выполняется до штукатурных работ с отставанием от возведения минимум на два этажа. Работы выполняются поточным методом с делением на захватки

Второй этап включает для электромонтажа – монтаж розеток, выключателей, приборов освещения, приборов слаботочной кабельной сети; для сантех работ – установка умывальников, ванн, унитазов, смесителей. Этап выполняется после штукатурных работ и работ по

укладке плитки. Как правило эти работы выполняют вне потока, без деления на захватки. [3]

Теплоизоляционные работы фасадов зданий выполняются поточным способом одноэтапно специализированным потоком после возведения ограждающих конструкций этажа, заполнения оконных и дверных проемов, после теплоизоляции устраивается мокрый или вентилируемый фасад.[4]



а

б

в

рис 1. выполненные специальные работы

а) электромонтаж I этапа

б) сантехнические работы I этапа

в) утепление фасада здания с последующим оштукатуриванием

Согласно СП 48.13330.2019 к специальным работам применяются те же требования, что и к общестроительным. Для ведения работ необходимы следующие документы:

- проекты производства работ (ППР);
- проекты организации работ (ПОР);
- технологические схемы и указания по производству работ;
- схемы контроля качества (контрольные карты, чек-листы);
- поточные графики, циклограммы;
- технологические регламенты;
- технологические карты;
- карты трудовых процессов;
- сетевые модели и графики;
- ресурсные графики (графики движения, поставок); [5]

Проект производства работ для специальных работ включает в себя календарный план по конкретным видам работ, в котором выделяются этапы, поручаемые бригадам и рассчитывается их численность и профессионально-квалификационный состав, стройгенплан, технологические карты производства работ, схемы операционного

контроля качества, данные о потребности в материалах, изделиях и используемых машинах и оснастке.[6]

Повышение эффективности производства специальных работ одними только организационными методами невозможно. Увеличить производительность труда можно путем применения современных материалов и средств механизации труда, предназначенных для работы с ними, например использование техники прямого монтажа при теплоизоляционных и электротехнических работах, монтаж водопроводных и отопительных систем с аксиальными или пресс-фиттингами, утепление напыляемым пенополиуретаном вместо листовых теплоизоляционных материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 256.1325800.2016 Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа (с Изменениями N 1, 2, 3)
2. СП 73.13330.2016 Внутренние санитарно-технические системы зданий. СНиП 3.05.01-85 (с Изменением N 1)
3. Л.Г. Дикман Организация строительного производства / Учебник для строительных вузов - М.: Издательство АСВ, 2006. – С. 156-160
4. СП 71.13330.2017 Изоляционные и отделочные покрытия. Актуализированная редакция СНиП 3.04.01-87 (с Изменением N 1)
5. СП 48.13330.2019 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004
6. П.П. Олейник, Б.Ф. Ширшиков Проектирование организации строительства и производства строительного-монтажных работ. Учебное пособие - М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2010. – С.35

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ МОНТАЖА НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПО СИСТЕМЕ «ЖИВАЯ СТЕНА»

Тенденции современности диктуют нашему поколению не только новые веяния в культуре и моде, но и в более обыденных вещах. Сфера строительства и архитектуры так же подверглась глобализации, что в первую очередь отразилось на рынке [1].

Борьба с экологическими проблемами обеспечила огромный шаг в развитии такого направления как зеленое строительство. Обращаясь к статистике ресурса Knight Frank, видно, как сильно Россия отстает от мировых лидеров. Для наглядности данные статистики представлены в виде диаграммы (Граф. 1) [2].

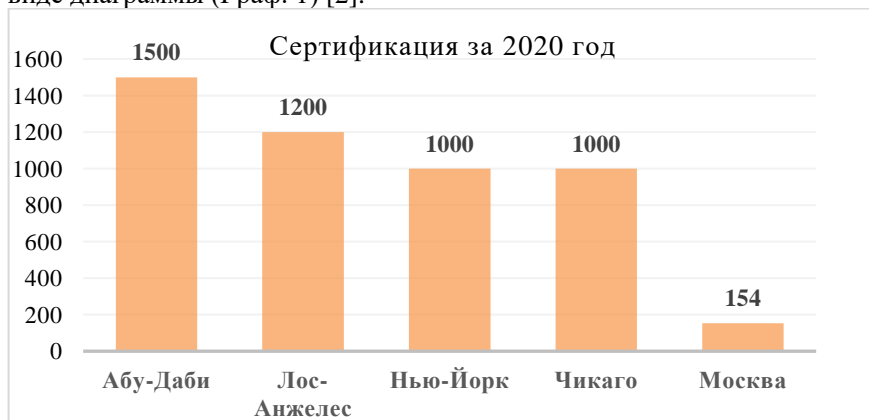


Рисунок 1. Диаграмма количества зданий «зеленой» сертификации.

Задачу соответствовать тенденциям на территории России преимущественно ставят перед собой мировые корпорации или быстро развивающиеся, перспективные фирмы, такие как, Yandex, Mail.ru и т.п.

Упростить получение сертификации «зеленого строительства» способны ограждающие конструкции, выполненные по системе «живых стен». Зарубежными проектировщиками и инженерами уже разработана и реализована ни одна технология для применения растений касательно наружных ограждающих конструкций. Но говоря о территории РФ,

сложилось мнение, что применение «зеленых фасадов» или «живых стен» в большинстве случаев просто невозможно [3].

Запатентованная система «вертикальных садов» Патрика Бланка, рассматривает определенные виды растений, которые не нуждаются в том виде почвы, в котором мы привыкли её видеть.

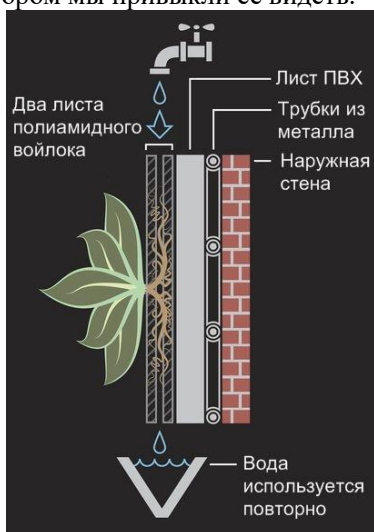


Рисунок 2. Схема устройства «живой стены» Патрика Бланка.

Технология представляет собой замкнутую систему, где по поверхности наружной стены монтируются металлические трубки, на которые навешиваются листы ПВХ, дальше устанавливаются кассеты, состоящие из двух слоёв войлочного материала с высаженными в них растениями. Снабжение влагой происходит вертикальным способом, излишки воды удаляются естественным способом. Жидкость, стекая под действием гравитации, попадает существующую систему труб и используется повторно, тем самым образуя замкнутый круг [4].

Если рассматривать данную систему в рамках применения на территории Центрального Федерального округа Российской Федерации, то сразу появляется огромное количество «но», требующих конкретной доработки и адаптации описанной выше системы с целью внедрения её в данный пояс.

Не смотря на всё это, успех внедрения решит ряд куда более значимых проблем, нежели трудовые и финансовые затраты на реализацию. А именно:

1. Прямое влияние на экологическую составляющую территории организации, что наиболее актуально в условиях мегаполиса;
2. Повышение биоразнообразия;
3. Эстетика;
4. Естественная шумозащитная и звукоизолирующая функция;
5. Самостоятельная терморегуляция;
6. Поддержание благоприятного микроклимата в помещениях;
7. Снижение тепловых потерь через наружное ограждение.

Нельзя не согласиться, что массовая реализация проектов такого типа совсем не быстрый процесс, но скорректировав эту технологию мы получим направление и толчок к тому уровню жизни, которого, развиваясь в имеющемся на данный момент темпе, возможности достигнуть не представлялось возможным. Применение системы «живой стены»-наш шаг, как минимум, к нейтрализации ранее нанесенных «экологических травм» природе, забота о которой находится в наших руках.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Булко О.С. Мировой рынок строительных услуг // Актуальные вопросы экономики строительства и городского хозяйства: материалы Международной научно-практической конференции, г. Минск, 23-24 апреля 2013 года. - Минск: БНТУ, 2014. - С. 121-128;
3. Кан Д. Некоторые тенденции и перспективы развития строительной отрасли в России // Международный студенческий научный вестник. - 2017. - № 2;
4. Гострая Е.С., Макознак Н.А. Вертикальные сады Патрика Бланка // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2015. №41.
5. Дорожкина Е.А. Влияние растений на микроклимат помещений и организм человека – Международный научный журнал «Символ науки» – № 4 – 2015.
6. Лысенко Н.Н., Догадина М.А., Плешкова Н.К. Влияние растений на живые организмы и человека в среде его обитания – М-во сел. хоз-ва РФ, Орлов. гос. аграрный ун-т. – Орёл: Издательство Орёл ГАУ, 2010. с. 118–122.
7. Chulkov, R.R. Kazaryan, “Modern Management Trends and the Digital Economy: from Regional Development to Global Economic Growth” (**MTDE 2020**), Advances in Economics, Business and Manangment Research, Volume **138**, pp 371-376

Студент 4 курса 14 группы ИСА Саркисов Д.А.

Студент 4 курса 7 группы ИСА Есенов М.К.

Научный руководитель – проф., д-р техн. наук, проф. С.А. Синенко

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА МАЛОЭТАЖНОГО МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА НИЗКОМАРОЧНОМ БЕТОНЕ

Научно-технический прогресс способствует росту темпов развития жилищного строительства. К 2030 году необходимо построить более 1 млрд м² жилой площади. Но существующие мощности сборного домостроения и производства строительных материалов не обеспечивают выполнение поставленной задачи в полной мере.

Широкое распространение монолитного строительства в РФ, в странах Европы и Азии доказало ряд преимуществ [1]:

- создание производственной базы в условиях ограниченных средств;
- снижение бюджета строительства;
- сокращение расхода материальных и транспортных ресурсов.

Стоит отметить отличительную специфику монолитного малоэтажного домостроения — применение местных сырьевых ресурсов при производстве низкомарочных бетонов, удовлетворяющих требованиям монолитного строительства (таблица 1).

Таблица 1

Анализ эффективности композиций

Исследованная композиция	Эффективность применения
Глиноцементное вяжущее, керамзитовый гравий и песок	Бетоны класса В1 для наружных стен одноэтажных жилых зданий
Глиноцементное вяжущее и костра льна (опилки)	Бетоны класса В2 для наружных стен жилых домов с мансардой
Цементно-известковое вяжущее и костра льна (опилки)	Бетоны класса В2,5 для двухэтажных жилых домов

В результате, подвергнутые научному исследованию, рассмотренные составы низкомарочных бетонов на комплексном вяжущем дают сокращение сырья (цемента) до 60%, при сравнении бетонов на тех же заполнителях и цементом вяжущем, что положительно отражается на

бюджете — снижение сметной стоимости стеновых конструкций на 25-30%.

Наряду с технологическими преимуществами использования низкомарочных бетонов выделяется основное затруднение применения — необходимость защиты бетона как от атмосферной влаги, так и от повышенной влажности внутренних помещений [2].

Для решения этой проблемы был разработан метод возведения конструкций стен монолитных низкомарочных бетонов с помощью универсальной несъемной опалубки в виде армоцементных плит толщиной 30 мм, с офактуренной лицевой поверхностью, и универсальными поддерживающими элементами.

Помимо защиты от увлажнения, применение универсальной несъемной опалубки в монолитном домостроении, так же:

- Способствует увеличению несущей способности ограждающих конструкций из низкомарочных бетонов до 30%;
- Сокращает расходы строительных материалов и увеличивает жилую полезную площадь путем уменьшения толщины стен, в результате малой теплопроводности легких низкомарочных бетонов;
- Дает возможность возводить различные конструкции, а также способствует привязки опалубки к любому объекту строительства малоэтажного здания в виду применения различных типоразмеров элементов опалубки [3].

В результате чего повышается индустриальность технологии возведения монолитного домостроения, снижается трудоемкость и стоимость, сокращаются сроки строительства.

Армоцементные плиты опалубки могут быть:

- Крупноэлементные — высотой на этаж. Установка в проектное положение с помощью крана;
- Мелкоэлементные — до 50 кг. Установка в проектное положение вручную.

Для фиксации плит опалубки в проектном положении и восприятия нагрузок бетонной смеси разработаны универсальные поддерживающие элементы, представляющие собой конструкцию из вертикальных стоек и горизонтальных схваток (крюковые захваты), образуя плоскую панель. Эти панели при устанавливаются на фундаменты в вертикальное положение, помощи подкосов, после чего к ним с внутренней стороны крепятся армоцементные плиты. По вертикальным стойкам

пропускаются и фиксируются плоские стяжки, которые прижимают армоцементные плиты к каркасу и воспринимают боковое давление от бетонной смеси. Данная конструкция позволяет изменять местоположение отдельных элементов в вертикальном и горизонтальном направлениях. Таким образом, можно менять шаг стоек и положение горизонтальных схваток по высоте в зависимости от нагрузок при бетонировании или из технологических соображений. Так же при необходимости вертикальные стойки могут наращиваться. К стойкам крепят настил и поручни ограждения [4].

Разработаны методы создания армоблоков из мелко- и крупноэлементных плит, которые объединяют при помощи гибких связей. Это дает возможность производить монтаж и бетонирование без применения универсальных поддерживающих элементов [5].

Способ крепления опалубочных плит выбирается по расчету в зависимости от их конструкции и принятой технологии бетонирования.

Использование несъемной опалубки совместно с низкомарочными бетонами из местных материалов позволяет снизить стоимость малоэтажного строительства на 15-20% и сократить затраты труда на 20-25%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жадановский Б.В., Синенко С.А. Перспективы повышения технического уровня производства бетонных работ в современном строительстве // Научное обозрение 2014. №9-2. С.435-438.
2. Жадановский Б.В., Синенко С.А., Кужин М.Ф. Организационно-технологические решения приготовления и транспортирования бетонных смесей // Технология и организация строительного производства 2014. № 4. С. 25-27.
3. Zhadanovsky B., Sinenko S, Pressure method of concreting piles // Web of Conferences Vol.830, 01036 (2013) 2013.
4. Вайнштейн М.С., Жадановский Б.В., Синенко С.А., Афанасьев А.А., Павлов А.С., Ефименко А.З., Долганов А.И. Оценка эффективности организационно-технологических решений при выборе средств механизации производства строительного-монтажных работ // Научное обозрение 2015. Т.8 №13. С.123-127
5. Кузьмина Т.К., Олейник П.П., Синенко С.А. Деятельность заказчика в рыночных условиях // Учебник. -М.: Высш.шк., 2014. -288 с.

Студент 4 курса 16 группы ИСА Игольников И.С.

Студентка 4 курса 16 группы ИСА Хрисанова Е.В.

Научный руководитель – доц., канд. техн.наук, В. И. Бродский

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ В ПРОЦЕССЕ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА МИНЕРАЛЬНЫХ ГРУНТАХ

Россия – очень огромная и обширная страна, но плотность населения высока преимущественно в западной части, особенно в Москве и Санкт-Петербурге, из этого вытекает высокая стоимость недвижимости, эпидемии и т.д. В соответствии с градостроительной политикой мы стремимся осваивать новые территории для строительства и заселения новых городов. Дальневосточная часть России и Западная Сибирь слагается преимущественно болотистой местностью, на которой очень проблематично возводить насыпи и устраивать здания и сооружения.

Болотистая местность переувлажнена на протяжении большей части года и состоит из торфяных грунтов. Неоднородность торфа объясняется наличием органических отложений с разной степенью разложения (более 50% сухой массы – остатки растительности).

Классификация торфяных грунтов, слагающих болота:

I – грунты, которые независимо от скорости передачи нагрузки, способны только сжиматься, сохраняя при этом высокую прочность;
II - грунты, не обладающие достаточной прочностью, зависящие от скорости передачи нагрузки (при быстрой передаче грунты выдавливаются, при медленной – сжимаются и уплотняются);
III - грунты, имеющие недостаточную прочность, вследствие чего всегда выдавливаются при передаче на них нагрузки.

Конструкция основания и конструктивные решения подбираются в зависимости от типа болота:

I. Насыпи, опирающиеся на минеральное дно болота

1) насыпи, образованные путем удалением слабого грунта из основания механизированным способом и заменой его более прочным грунтом;
2) насыпи, устраиваемые с помощью выдавливания в разные стороны слабого грунта более прочным.

II. Насыпи, устраиваемые на болотах, с предварительными мероприятиями по закреплению грунтов

1) частичное выторфовывание;
2) химическое укрепление слабых грунтов;

- 3) глубинное уплотнение слабых грунтов грунтовыми сваями;
- 4) укрепление слабых грунтов органического происхождения методом глубинного перемешивания.

III. Насыпи, устроенные на поверхности торфяных залежей

- 1) плавающие массивные насыпи;
- 2) облегченные насыпи.

Наиболее новым и прогрессивным методом является глубинное перемешивание слабого грунта с вяжущим. Однако такой способ на данный момент применяется в основном в дорожном строительстве, но учитывая актуальность освоения новых территорий со сложными геологическими подосновами, такой способ можно применять и при возведении зданий и сооружений.

Данный метод заключается в том, что технологическая установка по трубопроводу под давлением подает вяжущее вещество, которое в дальнейшем смешивается с помощью специальной фрезы, в толще слабого грунта. Таким способом можно устраивать и сваи.

Контролируемые параметры устройства оснований на болотах:

Так как процесс смешивания слабых грунтов органического происхождения с вяжущими или их смесями относятся к скрытым работам, следовательно, качество выполнения необходимо оценивать по совокупности следующих данных и последующего анализа:

- документы, подтверждающие выполнение работ согласно ППР;
- результаты прочности грунтов, полученные полевым либо лабораторным методом;
- результаты визуальной и инструментальной оценки осадков отсыпанных технологических слоев грунта;
- результаты нивелирования поверхности для контроля осадок.

Обязателен автоматический контроль технологических параметров смешивания согласно ППР. Результаты контроля так же выступают основанием для оформления актов скрытых работ.

При устройстве свай для контроля прочности должны проводиться измерения количества раствора, излившегося наружу из скважины, с последующим внесением результатов в акты скрытых работ.

Если сравнивать метод глубинного перемешивания грунтов с устройством буронабивных свай с помощью обсадных труб с заглублением в более прочный грунт, то трудозатраты снижаются до 35 %. А по сравнению с укреплением грунта цементацией – до 30 %.

Данная статья имеет практическое значение для освоения и заселение болотистых местностей Дальневосточной части России и Западной

Сибири и является актуальной проблемой. Укрепление грунтов методом глубинного перемешивания позволяет существенно сократить затраты труда и времени, а также значительно упростить земляные работы при возведении жилых, административных и производственных зданий и сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ухов С.Б., Семенов В.В. Механика грунтов, основания и фундаменты. М.: Высш. шк., 2007, 566 с.
2. СТО НОСТРОЙ 2.5.135-2013. Укрепление слабых грунтов органического происхождения методом глубинного смешивания. Введ. 2013-12-13. М., 2015. 33 с.
3. СТО СРО 083-029EN-2011. Разработка и реализация методов стабилизации слабых грунтов органического происхождения. Часть 2. Введ. 2011-05-31. Екатеринбург, 2011. 92 с.
4. Ф.Ф. Зехниев, Д.А. Внуков, А.И. Корпач. Преобразование грунтовых оснований с применением технологии глубинного перемешивания грунта // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2017. Т. 8. № 4. с. 116-125. DOI: 10.15593/2224-9826/2017.4.12
5. СП 48.13330.2019. Организация строительства СНиП 12-01-2004. Введ. 2020-6-25. М., 2020. 33 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM – ТЕХНОЛОГИЙ

Вопрос реконструкции существующих зданий и сооружений является важным направлением в строительной сфере, ведь быстрый рост городской застройки ведет к дефициту территории и как следствие, к проблемам нового строительства. Технологии усиления старого фонда помогут решить множество социальных, экономических и градостроительных проблем, а внедряя в свою работу информационные технологии, специалисты упростят процесс реконструкции, делая его эффективнее. В данной статье речь пойдет о BIM – технологии, как об инструменте, способствующем модернизации процесса реконструкции.

Building Information Model представляет собой виртуальную информационную 3D – модель строительного объекта, которая обладает всеми физическими свойствами будущего здания как при новом строительстве, так и при реконструкции. BIM – технологии позволяют не только построить информационную модель здания, но и определить технологию будущих работ [1]. В данной модели отображается как архитектурно – планировочные и конструктивные решения здания, так и все инженерные системы, и используемые материалы. Все проектные данные цифровой модели будущего здания находятся в одном информационном поле, взаимосвязаны между собой и рассматриваются как единое целое [2], то есть, замена одного параметра огромной системы повлечет изменению связанных с ним других параметров, что удобно при реконструкции.

BIM – технологии можно использовать на каждом этапе жизненного цикла строительного объекта от проектирования, строительства, эксплуатации и реконструкции. Данные собираются комплексно и обрабатываются на каждой стадии.

Спроектировав исходное здание в информационном поле, инженер автоматически получит данные для реконструкции, начиная с

визуализации результата, заканчивая сметами. Так, возможно создавать объекты и системы любой сложности и конфигурации.

Система способна минимизировать количество ошибок, в том числе нестыковки и пересечений инженерных сетей [3], при расчетах на этапе проектирования, а не во время строительства или сдачи объекта в эксплуатацию. Такие ошибки приводят к корректировке документации и привлечению трудовых ресурсов для поиска решений по устранению коллизий, что, соответственно, перетекает в увеличение стоимости реконструкции объекта, сдвигает сроки. Данное преимущество системы BIM заключается в следующем: архитекторы, конструкторы, технологи и другие специалисты работают в одном большом информационном поле в режиме реального времени, где почти невозможно упустить важные значения и допустить просчет, ведь система меняет данные автоматически. Такая совместная работа значительно ускоряет работу над проектом и подготовкой проектной документации.

На основании полученной BIM – модели создаются чертежи, все необходимые разрезы, виды, аксонометрии. Но помимо графической части документации, программное обеспечение составляет ведомость объемов работ, документы для организации строительства и сметы. Таким образом, заказчик сможет увидеть не только красивую 3D визуализацию преобразившегося здания, но и наглядно получить обоснованную стоимость проекта и прогнозируемые программой сроки реконструкции.

Важным этапом при моделировании планируемой реконструкции здания, является сбор данных о реальном состоянии построенного сооружения. Сбор данных разделяется на два этапа. На первом этапе осуществляется обмеры реконструируемого здания. Чтобы упростить данный процесс в целях получения точных данных, были разработаны 2 метода: лазерное сканирование и фотограмметрия [4]. Для фотограмметрии используют фототеодолиты для получения геометрических характеристик объекта. Для этого съемку проводят с нескольких опорных станций.

При лазерном сканировании, результатом обследования является облако множества точек в системе координат в трехмерном

пространстве. Это множество точек накладывается на виртуальную модель, передавая геометрию объекта с необходимой точностью [5].

Вторым этапом получают информацию о физико-механических свойствах конструкции. Для этого применяют методы разрушающего и неразрушающего контроля. В итоге, подбирается способ, наиболее подходящий для того или иного объекта.

Данное исследование показывает эффективность применения BIM – технологий для реконструкции объектов. С их помощью могут воплощаться в жизнь самые смелые и сложные проекты, помогая избежать ошибок при строительстве и проектировании, цена которых очень велика и речь не только о стоимости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шевчук Д.А., Коннохова А.А. Информационное моделирование зданий при реконструкции//Техника и технологии: пути инновационного развития – 2020. с.215-217.
2. Ляпидус А.А., Аветисян Р.Т., Мирзаханова А.Т., Казарян Р.Р. Перспективы развития BIM технологий на территории Российской Федерации//Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы – 2019. с.331-334.
3. Соколова А.А. Реконструкция объекта с помощью BIM – технологий//Перспективные этапы развития научных исследований: теория и практика. Геодезия строительство и архитектура – 2020. с. 8-10.
4. Алабин А.В., Макеев И.М., Сюхина А.И., Тамбовцева Е.Е. Алгоритм сбора и обработки данных для реконструкции строительного объекта с использованием современных информационных технологий//Наука и бизнес: пути развития. Системы автоматизации проектирования – 2019. с. 49-52.
6. Воронцова О.В., Швец Ю.С. Преимущества BIM – технологий при разработке проектов реконструкции// Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций – 2018 с.116-118.

О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Современные здания и сооружения отличаются исключительным разнообразием применяемых строительных материалов, позволяющих реализовать самые разнообразные формы и стили, дающих возможность быть сегодняшней архитектуре динамичной и изменчивой [1]. Выбор их для применения в строительстве диктуется основными параметрами, общими для любых архитектурных форм. К ним относятся функциональность, долговечность и эстетичность готового сооружения [2]. Параметром, наиболее зависящем от применяемых материалов, является долговечность здания или сооружения.

Срок службы материалов зависит в основном от четырех факторов: от самого материала, его физической структуры и химического состава; строительно-монтажных работ и их выполнения, где и как материал встроен в здание; окружающей среды, климатических и других химических или физических условий; обслуживания и управления. Долговечные материалы не нуждаются в частом ремонте или замене частей, чтобы снизить затраты на сырье, энергию и окружающую среду. Прочные материалы обеспечивают длительный период амортизации экологических и экономических затрат, которые были израсходованы при его строительстве.

Долговечность в значительной степени зависит от влажности, проблемы с прочностью в зданиях составляют 80% из-за влажности. Вызывая расширение и сжатие материалов, термическое напряжение также снижает прочность. Так, винил и алюминий в составе оконной рамы расширяются и сжимаются быстрее, чем стекло, что влияет на долговременную функциональность окна, делая окна протекающими со временем.

Кровельные материалы также подвержены влиянию высоких температур. Наряду с жарой серьезной проблемой является ухудшение качества кровельных материалов в результате действия ультрафиолетового излучения. В том числе страдает используемый на открытом воздухе виниловый сайдинг, поэтому его обрабатывают УФ-стабилизаторами, которые сами по себе несут нагрузку на окружающую

среду. Озоновые и кислотные дожди, различные атмосферные загрязняющие вещества повреждают строительные изделия из пластмассы, резины, нейлона, полиэстера, а также некоторые краски. Тепло, холод, ветер, снег, град, лед, механическое воздействие, кислоты, животные, растения, вода и другие жидкости и микроорганизмы – лишь некоторые из внешних факторов, которые разрушают пластик. Тип и положение пластмассы в составе строительного материала и особенности местного климата определяют продолжительность жизни пластмассы.

С конца прошлого столетия строительные материалы на основе полимеров широко используются в строительной промышленности [3], обладая превосходящими свойствами по сравнению с традиционными материалами, такими как, соотношение прочности и массы, коррозионная стойкость, экологичность, стабильность, изоляционные свойства, дешевизна. К их недостаткам относятся горючесть и дымность. Однако, использование полимеров в сочетании с другими материалами помогает улучшить их характеристики.

В строительстве используются термореактивные пластмассы и термопласты. Термореактивные пластмассы тверже и прочнее термопластов. Клей, ламинаты, изоляция из жесткого пенопласта, гидроизоляционные мембраны и оконные рамы являются типичным применением термореактивных пластмасс. Поливинилхлорид (ПВХ), поликарбонат и акрил – термопласты, чаще применяемые в строительстве. Устойчивость к воде и некоторым химикатам, низкая стоимость и устойчивость к разрыву – преимущества ПВХ. При производстве в виде пены многие пластмассы имеют высокие термические, изоляционные и хорошие водо- и пароизоляционные свойства. Краска, защитное покрытие, герметизационные полоски и мастики можно использовать в качестве герметика. Полиизобутилен, полиэтилен и ПВХ используют для покрытия. Защитные покрытия особенно важны для гидроизоляции и пароизоляции фундаментов. В качестве эластичной и прочной мастики используются полисульфид, силикон, полиуретан и различные акриловые вещества. Полиуретан, полиамид, ПВХ, этиленпропиленовый каучук, хлоропреновый каучук и силиконовый каучук, используются в уплотнительных лентах между листами стекла в оконных и дверных проемах. Полистирол, полиуретан и карбаминоформальдегид используются для производства изоляционных материалов [4].

Пластик редко используется в качестве конструкционного материала. Возможным сырьем для простых конструктивных элементов могут быть пластиковые отходы. Так, при добавлении 10-15% отходов полистирола производятся массивные балки и колонны, так что их структурные свойства напоминают древесину, подходят для пиления и забивания гвоздей. Пултрузионные профили из армированного стекловолокном полимера (GFRP) имеют более высокую прочность, меньший вес, электромагнитную прозрачность, просты в установке, менее требовательны к техническому обслуживанию и повышено долговечны в агрессивных средах. Они используются в неструктурных или второстепенных элементах конструкций (лестницы, поручни, тротуарные решетки) и демонстрируют высокие механическую прочность, легкость и долговечность.

Таким образом, при принятии организационно-технических решений строительного производства с использованием полимерных материалов следует учесть: классификацию полимерных материалов с учетом их функциональных особенностей для строительства и специфики строительных процессов; недостатки и достоинства полимеров как основы при получении строительных материалов и изделий; технологические процессы формирования строительных материалов с использованием полимеров в качестве основы и в качестве полимерных добавок; работоспособность и долговечность строительных материалов на основе полимеров; особенности управления физико-механическими и технологическими свойствами полимерных композиций в процессе эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агишев Б.Т., Агишева А.А. Анализ эволюции мемориальных объектов // Вестник АРГУ им. К. Жубанова. – Актобе, 2018. - № 2. – С. 145-154.
2. Спиридонова Е.В., Агишева А.А., Агишев Б.Т. Геометрия юрты – функциональность, эстетичность и долговечность // Вестник АРГУ им. К. Жубанова. – Актобе, 2017. - № 2 (48). – С. 20-29.
3. Страданченко С.Г., Шубин А.А. Полимеры в строительстве // Шахтинский институт ЮРГТУ. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2004. - 196 с.
4. Агишев Б.Т., Агишева А.А., Алданаева З.М. Вопросы энергосбережения через призму глобальных экологических проблем // Мат. всерос. науч. конф. «Строительство и реконструкция» - Курск. – 2019. – С. 5-8.

*Студентка аспирантуры 2 года обучения 9 группы института ИСА
Пахомова Л.А.*

*Студентка магистратуры 1 года обучения 21 группы института ИСА
Мирзаханова А.Т.*

Студентка 4 курса 2 группы института ИСА Хмелевская Ю.В.

Научный руководитель – профессор, д.т.н., П.П. Олейник

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ШВЕДСКОЙ ПЛИТЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА МАЛОЭТАЖНЫХ МОДУЛЬНЫХ ЗДАНИЙ В РАЙОНАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Технология утеплённой шведской плиты (УШП) заимствована из скандинавских стран, применяется для устройства фундамента, также имеет название «тёплая юбка». Перед началом строительства проводят инженерно-геологические изыскания для выяснения типа грунта и его сопротивления. Применение технологии обуславливается:

1) проблемными грунтами с плохой несущей способностью (с высоким содержанием песка, торфа и суглинка), болотистые пучинистые грунты;

2) холодными среднегодовыми температурами в сочетании с высоким уровнем грунтовых вод.

Несмотря на то, что утепленная шведская плита относится к фундаментам, она является multifunctionальной сложной конструкцией, состоящей из нескольких слоёв. Рассмотрим структуру:

- теплоизоляционный слой из энергоэффективного материала обычно используют экструдированный пенополистирол;

- усиливающий слой – арматурный каркас;

- коммуникационный слой – инженерные сети (водопроводные, электрические, канализационные) заложены в плиту и выведены на подключение, именно поэтому нужен точный технический план здания с будущим расположением всех мокрых зон;

- несущий слой – монолитная плита класс бетона не ниже В25;

- нагревающий слой – сети труб отопления, протянутые по всей площади здания;

Технология возведения фундамента.

Заглубление такого фундамента не требуется, так как утепленный фундамент не позволяет конструкции промерзнуть и препятствует морозному пучению. Таким образом, котлован для УШП не нужен,

после подготовительного этапа работ, производят уплотнение грунта, застилается геотекстиль, выравнивают площадку, делают разметку и приступают к выкладке фундаментных плит из экструдированного пенополистирола. Такие плиты имеют заводские стыки и специальные замки и собираются в общую конструкцию по периметру здания, затем внутри его контура.

Устанавливается щит и выпуски для инженерных сетей. Устанавливаются фиксаторы по всей площади пола, для последующего армирования и бетонирования. Армирование выполняют сетками, которые связывают между собой более тонкими прутами «провоолокой». Прокладывают трубы отопления.

Заливается бетон, который уже защищён от внешней агрессивной среды. Бетон шлифуют и можно не устраивать стяжку, так как поверхность уже выровнена и может служить для устройства напольных покрытий.

На готовый фундамент устанавливают модульное здание. Модули изготавливаются на заводе в высокотехнологичных цехах, доставляются на площадку и монтируются на фундамент, как полностью готовое изделие.

Исследуя модули, было выявлено 4 типа, возможных для строительства на УШП:

- полностью готовый модуль – изготавливается и собирается в тёплых высокотехнологичных цехах, привозится на место монтажа и с помощью специальных грузоподъёмных механизмов устанавливаются на заранее подготовленную плиту УШП
- модуль-ячейка – изготавливается необходимое количество, привозятся на стройплощадку и из них монтируются здания;
- стеновым модулем является панель с готовыми окнами (дверью), из которых выполняют монтаж на площадке, нуждаются в отделке
- контейнерного типа (для Крайнего Севера)

Понятие «Крайний Север» представляет собой группу территорий с размытой пространственной локализацией, зависящей от цели рассмотрения. С наступлением сезона грузоподъёмность на дорогах увеличивается. Ближе к середине весны отсчет идет в обратном направлении. Из-за природных климатических особенностей важно максимально облегчить вес грузов. Строительство тоже должно быть ориентировано на уменьшение веса груза. Особенностью северных регионов является глубинное промерзание почв. Построение зданий на

промерзшем грунте, структура которого постоянно подвержена изменениям, крайне сложно. Рыхлые грунты (песчаники, галечники и глины) в условиях вечной мерзлоты ведут себя непредсказуемым образом. Возведённые сооружения нагревают грунт, и он теряет монолитность, подтаивание приводит в движение земные массы, они начинают смещаться. Так что строить основания зданий на мерзлоте можно, только удерживая температуру грунта постоянной. На сегодняшний день на Крайнем Севере применяются два варианта возведения фундаментов: как на сваях, так и непосредственно на грунте. В последнем случае необходима высокая теплоизоляция, которая позволит сохранять грунт в естественном состоянии.

Модульные здания с технологией утеплённой шведской плиты как нельзя лучше подходят для таких условий, особенностью конструкции которых является не только отсутствие промерзания грунта, но и облегченный вес модульных конструкций. Вес модульных конструкций, монтируемых в условиях Крайнего Севера в ручную, не должен превышать 80 кг и количество рабочих, которые смогут смонтировать лёгкую сборно-разборную модульную конструкцию, не более 2-х человек.

Строительство модульного здания на УШП происходит в очень короткие сроки и перспективно за счёт: отсутствия трудоёмких работ, заводского изготовления деталей конструкций, эффективной совместной работы материалов фундамента, высокая скорость монтажа, обусловленная суровыми климатическими условиями, итоговая экономия в стоимости возведения модульного здания на УШП, а также экономичное обслуживание дома.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Олейник П.П., Ширишков Б.Ф.* Организация строительства объектов мобильными формированиями / Моск. Гос. Строит. Ун-т. – М.: МГСУ, 2008.-422 с.
2. *Силкина А.А. Борисова С.П.* Проектирование утеплённой шведской плиты. – 3 с.
3. *Зубарева В., Милованова Е.П.* Применение утеплённой шведской плиты в современной архитектуре индивидуального строительства. – 2 с.
4. *Кузовников Е.С., Сычкина Е.Н.* Обзор изученности вопроса применения фундамента утеплённая шведская плита. – 6 с.
5. *Грязнов С.Ю.* Современный эффективный фундамент по технологии утеплённая шведская плита. – 8 с.

СКОРОСТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА.

Монолитное железобетонное строительство – одна из самых быстроразвивающихся сфер строительства. Она имеет ряд достоинств, главными из которых являются возможность возведения объектов любой формы и этажности, и гарантированная долговечность. В результате распространения этого метода и увеличения объемов монолитного строительства появилась необходимость в переходе на технологию скоростного строительства зданий и сооружений.

Технология скоростного монолитного домостроения позволяет возводить объекты в рекордно короткие сроки, не влияя при этом никак на качество производимой продукции, что впоследствии позволяет минимизировать финансовые затраты. Все это делает СМД привлекательным как для заказчика, так и для подрядчика. Несмотря на то, что данная технология весьма популярна, до сих пор не существует единого подхода к ее реализации, что приводит к тому, что компании и предприятия, конкурируя друг с другом, внедряют новые технологии, продумывают новые решения и приемы, нанимают больше высококвалифицированных работников, следят за четкой организацией и координацией действий.

Прежде чем вводить какие-либо новые организационно-технологические решения, предприятия проводят исследования на возможность и благоприятность их использования. Перечислим те, что чаще всего используются. Ускорение может происходить из-за введения решений, касающихся:

- опалубочных работ. Совершенствование технологии за счет более рационального подбора опалубки, составление ее спецификации, применения специальных покрытий от адгезии, сокращения расстояния ее переноса.
- арматурных работ. Особую роль уделяют разработке оптимальных схем армирования, использованию заранее изготовленных арматурных каркасов, оснащению рабочих мест современным оборудованием для дальнейшей их подачи и доработки отдельными стержнями;

- бетонных работ. Разрабатывают способы и технологические приемы для сокращения времени бетонирования конструкций (рекомендуют использовать бады при бетонировании вертикальных конструкций, а бетононасос и стрелу - при горизонтальных), правила по установлению допустимой промежуточной прочности бетона и последующая ее оценка перед распалубкой.

Также осуществляют контроль на каждом этапе, следят за своевременной доставкой ресурсов к местам складирования или непосредственно на сами строительные площадки и формируют ритмичные строительные потоки. Происходит это благодаря рациональному использованию монтажных кранов, назначению вертикальных и горизонтальных захваток, согласно правилам, рациональному распределению трудовых и материально-технических ресурсов и организации свободного движения ресурсов от одной захватки к следующей, согласно техническому регламенту выполнения работ.

Кроме того, согласно технологическому регламенту выполнения работ устанавливают:

- перечень необходимых звеньев каждой специализации и их состав;
- порядок выполнения основных работ;
- длительность каждой и максимально возможная степень совмещения процессов;

Для возможности сравнения предложенной модели СМД с традиционной, уточняются нормы времени. Определяются затраты труда для составов звеньев. В результате этих перерасчетов, можно увидеть разницу с теми значениями, которые приводятся в ЕНиР. Это свидетельствует о необходимости разработки новых норм на строительные процессы современного строительства.

После окончания обсуждения решений и формирования окончательной модели СМД ей дают технико-экономическую оценку. Как правило, если посмотреть на результаты, полученные в ходе сравнения принятой технологии с традиционной технологией строительства, то можно заметить сокращение продолжительности строительства в 1,5 - 2 раза. И взвесив все, сделаем вывод, что использование моделей СМД в экономическом плане намного выгоднее использования традиционного метода возведения зданий.

Подведем итоги. В ходе исследования темы скоростного строительства из монолитного железобетона были выявлены особенности технологии СМД, причины ее внедрения, перспективы ее развития и преимущества перед традиционной технологией. Также были описаны способы, используемые на сегодняшний день для достижения ее главной цели – повышения эффективности строительства и сложности, возникающие при освоении и внедрении этой технологии в строительное производство. Изучив все эти аспекты, можно прийти к выводу, что дальнейшее развитие монолитного строительства будет способствовать появлению новых организационно – технологических решений и способов перехода на скоростной режим строительства. И именно они будут оставаться главными объектами исследований в этой сфере.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Анпилов С.М.* Технология возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона. 2010. 13-33 с., 89 с., 414 с.
2. *Юдина А.Ф.* Достоинства монолитного строительства и некоторые проблемы его совершенствования. 2012. 154-157 с.
3. *Мазов Е.П.* Строительство монолитных зданий. 1987. 37 с.
4. *Лермит Р.* Проблемы технологии бетона. 2007. 51 с.
5. *Анпилов С.М.* Опалубочные системы для монолитного строительства. 2005. 72-74 с.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ КОМПЛЕКСОВ ЗДАНИЙ

В современном строительстве происходят постоянные изменения как в планировании и организации строительно-монтажных работ, так и в конструктивных решениях зданий и сооружений, возводимых конструкциях и материалах, методах и средствах труда, которые для этого используют. Сегодня изменились условия работы строительных фирм, их форма собственности: основными различиями условий работы стало отсутствие запланированного «сверху» от государства объемов работ, сроков их выполнения и финансирования; строительные фирмы – это практически полностью частные организации, которые сами вынуждены искать объемы работ и планировать сроки их выполнения [2]. Также изменились и заказчики. Как правило, это частные фирмы. Все это влияет и на организацию процесса возведения зданий и сооружений, содержание самого строительно-монтажного процесса. Возросла ответственность за сроки выполнения работ и их стоимость. Поэтому возникает необходимость постоянного углубления и улучшения знаний для работы в новых условиях, увеличивается важность в их обновлении. В таких условиях возрастает потребность и в постоянном обновлении учебно-методической литературы.

Усовершенствование организации возведения комплексной застройки территорий является одной из важнейших задач современного капитального строительства. Реализации проектов комплексной застройки территории представляют собой сложный и многоступенчатый процесс, для успешного осуществления которого необходимо учитывать множество факторов, в том числе, планирование и организация строительного производства.

В настоящее время практика в области технологического проектирования и организации строительства комплексов зданий и сооружений показывает, что на данном этапе развития строительной сферы необходимая нормативно-правовая база разработана в недостаточном объеме.

Так, в незначительной мере раскрыты вопросы функционально-планировочной структуры комплексов зданий, их взаимосвязи с

различными структурами города и окружающей застройкой, а также оценка социально-экономической эффективности.

Таким образом, описанные выше особенности исследований свидетельствуют об актуальности темы и необходимости изучения проектирования и строительства в следующих направлениях:

- организация функционально-пространственной структуры комплекса зданий,
- формирование типологии структуры комплекса зданий под воздействием градостроительных факторов,
- определение социально-экономической эффективности структуры комплекса зданий как уникального объекта.

Строительство является одним из основных факторов развития экономики современного государства. Ни одна отрасль экономики государства и повседневной жизни человека не может существовать и развиваться без строительства [6].

Важным этапом при организации строительного производства при возведении комплексов зданий является технологическое проектирование. Выполнение технологических процессов предусмотрено на всех стадиях создания проекта: технико-экономическое обоснование (стадия проект), рабочей документации, выполнение работ [1].

Реализация проектов комплексной застройки жилых микрорайонов требует тщательной проработки и увязки потоков работ для успешного завершения строительства в установленный срок. Обязательным является составление сводного календарного плана строительства с учетом работ подготовительного периода и работ по благоустройству территории микрорайона.

Ввиду масштабности проектов комплексной застройки, разработка календарного плана является одной из сложнейших задач в организации строительства при реализации подобных проектов. Необходимо учесть множество факторов, такие как: сроки строительства; очередность застройки; финансовая обеспеченность каждого этапа; защита окружающей среды и охрана труда; распределение и передвижение человеческих ресурсов; материально-техническое обеспечение; контроль качества работ.

Как правило, при возведении комплексов зданий работы выполняются поточным методом. Данный метод позволяет организовать строительство и производство строительного-монтажных работ таким образом, чтобы гарантировать непрерывность и ритмичность всех

потоков, а также эффективно распределить движение ресурсов и строительных машин и механизмов. Поточный метод представляет собой различные варианты комбинаций последовательного и параллельного методов производства работ. Это позволяет использовать преимущества этих методов и компенсировать их недостатки.

Принимая во внимание всю вышеизложенную информацию об особенностях организационно-технологического проектирования комплексов зданий, можно сделать вывод, что при планировании и на протяжении всего этапа строительства, крупные объекты требуют особого подхода. Необходима тщательная проработка каждого этапа проекта, что требует значительных трудовых и материальных ресурсов. Решения и методы, принятые в процессе организационно-технологического проектирования должны обеспечить непрерывность строительного производства, а также сдачу объектов в установленные сроки.

Таким образом, организация строительного производства при возведении комплексов зданий должна преследовать следующие цели: формирование оптимальных условий для максимально эффективного взаимодействия всех участников строительства, грамотное управление человеческими и материальными ресурсами, разработка корректной взаимоувязки всех видов работ и выполнение их в срок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Олейник П.П.* Организация строительного производства. М.: АСВ, 2010. 577 с.
2. *Вьюгина Е.А.* Совершенствование системы инженерного и информационного обеспечения процессов управления многоквартирными домами // Синергия наук : междунар. электрон. науч. журн. – 2019. – № 31. – С. 920-924.
3. *Иванова Е.Н.* Оценка стоимости недвижимости. Сборник задач / Е.Н. Иванова. - М.: КноРус, 2016. - 155 с.
4. *Казакова Н.В.* Экономика и организация инвестирования в строительстве: Учебное пособие / Н.В. Казакова, А.Н. Плотников. - М.: Альфа-М, 2018. 224 с.
5. *Марценюк В.А.* Экономика строительства: проблемы введения новаторских идей. – М.: Юрайт-М, 2019. 416 с.
6. *Михайлов А.Ю.* Организация строительства. Стройгенплан / А.Ю Михайлов. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. 172 с.
7. *Соколов Г.К.* Технология и организация строительства.. / Г.К. Соколов. - М.: Academia, 2018. 124 с.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРИ СКОРОСТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В наши дни скоростное монолитное домостроение (СМД) одна из передовых технологий возведения монолитных жилых зданий [1].

При производстве работ по технологиям СМД ведется постоянный контроль качества. При выполнении внутреннего контроля качества [2] особое внимание в СМД уделяется операционному, лабораторному и приемочному контролю.

В ходе операционного контроля наиболее существенными являются следующие параметры [3]:

1) при опалубочных работах:

- сдвиг опалубки от проектного положения фундаментов не должен превышать - 15 мм;

- допускаемые неровности поверхности щитов опалубки - 3 мм;

2) при арматурных работах выявляются и устраняются такие дефекты (критические по ГОСТ 15467-79), как:

- различия проектного положения рабочей арматуры и соответствующих закладных деталей;

- различия арматурных стержней по паспорту;

- различия диаметра и рабочих стержней;

- смещение толщины защитного слоя (допускаемое отклонение при защитном слое больше 15мм – (+5мм, - 0мм), при защитном слое ≤ 15 мм – (+3 мм, - 0 мм);

- различия проектного размера положения осей вертикальных каркасов (+5мм).

3) при бетонных работах:

- допускается свободное сбрасывание бетонной смеси в опалубку конструкций колонн с высоты не более 3,5 м, перекрытий не более 1,0 м, стен не более 4,5 м, неармированных конструкций не более 6,0 м, слабоармированных подземных конструкций в сухих и связных грунтах не более 4,5 м, густоармированных не более 3,0 м.

В ходе лабораторного контроля должны соблюдаться следующие параметры:

- минимальная прочность бетона незагруженных монолитных конструкций при распалубке поверхностей вертикальных из условия сохранения формы 0,5 Мпа; горизонтальных и наклонных конструкций,

эксплуатирующихся внутри зданий, фундаментов под оборудование, не подвергшихся динамическим воздействиям, для класса до В10 - 50%, для класса до В25 - 40%, для класса В30 и выше - 30% проектной прочности; для пролетных конструкций при пролете до 6 м - 70%, при пролете свыше 6 м - 80% проектной прочности.

В ходе приемочного контроля должны соблюдаться следующие параметры:

- отклонения горизонтальных плоскостей на всю длину выверяемого участка - 20мм;
- местные неровности поверхности бетона при проверке двухметровой рейкой, кроме опорных поверхностей - 5мм;
- длина или пролет элементов +20мм;
- размер поперечного сечения элементов +6мм -3мм;
- отметки поверхностей и закладных изделий, служащих опорами для стальных или сборных железобетонных колонн и др. сборных изделий - 5мм;
- расположение анкерных болтов в плане внутри контура опоры - 5 мм; в плане вне контура опоры - 10 мм; по высоте - 20 мм;
- разница отметок по высоте на стыке двух смежных поверхностей - 3мм;

Также немаловажным в СМД является контроль за соблюдением температурного режима в соответствии с временными показателями для набора прочности бетона. Этот раздел является одним из важных аспектов при скоростном монолитном домостроении. При правильной организации системы контроля качества можно допускать раннюю распалубку, тем самым увеличивая производительность и скорость строительных работ без потери качества конструкций [4]. Для более эффективного контроля также на строительных площадках ведут специальные температурные листы (рис.1), в которые записывается температура конструкции, измеряемая по пирометру в течении нормированного времени после заливки бетона. Далее по ним рассчитывается средняя температура, расчетная средневзвешенная температура, перевод поверхностной температуры на глубинный и ориентировочный уровень прочности $R_{прог}$.

Дата замера	Время замера, час	Температура по пиromетру, С°											Интервал времени (П), час	Температура средняя в интервале, (tср), С°	Среднезв-ая температура в интервале, (Т*тср), С°
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	средняя			
19.03.2019	20:00	12	13	12	13	13	12	13	12	13	13	12,6	1:00	-	-
	21:00	15	17	16	17	17	16	13	16	17	17	16,1	1:00	14,4	14,4
	22:00	20	21	20	21	21	20	20	20	21	21	20,5	2:00	18,3	36,6
20.03.2019	0:00	25	25	24	25	25	24	25	24	25	25	24,7	2:00	22,6	45,2
	2:00	30	29	28	29	29	28	30	28	29	29	28,9	2:00	26,8	53,6
	4:00	33	33	32	33	33	32	33	32	33	33	32,7	2:00	30,8	61,6
	6:00	36	37	36	37	37	36	36	36	37	37	36,5	2:00	34,6	69,2
	8:00	38	41	40	41	41	40	38	40	41	41	40,1	2:00	38,3	76,6
	10:00	40	45	44	45	45	44	40	44	45	45	43,7	2:00	41,9	83,8
	12:00	39	43	42	43	43	42	39	42	43	43	41,9	2:00	42,8	85,6
	14:00	38	41	40	41	41	40	38	40	41	41	40,1	2:00	41,0	82,0

Рисунок 1. Температурный лист

Совместное использование температурных листов и специальных температурных графиков для бетона различной марки дает высокоэффективную систему контроля качества при СМД.

Данная система предназначена для ведения работ генподрядной организацией при организации строительства поточным методом при скоростном монолитном домостроении. Отмеченные важные аспекты формируют систему внутреннего контроля качества при СМД.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Галумян А.В.* Организационно-технологическая модель скоростного строительства жилых зданий из монолитного железобетона -М.-2010.-21с.
2. *Ширишков Б.Ф.* Организация, планирование и управление строительством: учебник для вузов -Москва:Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ), 2012. -528 с.
3. *Амбарцумян С.А., Мартиросян А.С., Галумян А.В.* Производство работ по устройству монолитных железобетонных конструкций. Учебное пособие. -М.-2008.-138с.
4. *Беккер Л.Н., Трембицкий С.М.* Ресурсосберегающие тепловые методы ускорения твердения бетона при монолитном строительстве в зимнее время. –Спецжурнал «Энергосбережение», №5, 2000.

ОРГАНИЗАЦИЯ ОТДЕЛОЧНЫХ РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ

Отделочные работы (в строительстве) - группа строительных работ, связанных с внешней и внутренней отделкой зданий и сооружений с целью повышения их эксплуатационных и эстетических качеств. Отделочные работы являются завершающим этапом строительства; во многих случаях от качества их выполнения зависит общее качество вводимого в эксплуатацию здания или сооружения. Основные виды отделочных работ включают в себя облицовку, штукатурку, настил (и паркет), покраску, оклейку обоями и остекление (рис. 1).



Рис.1. Классификация отделочных процессов

В современной строительной практике для жилых, общественных и промышленных зданий технология отделочных работ существенно изменилась. Все более широкое применение получают крупные сборные

конструкции и детали, которые доставляются на строительную площадку в готовом виде (например, стеновые панели и кровельные плиты, санитарно-техническое оборудование, оконные и дверные блоки). Это существенно сокращает послесборочные отделочные работы. В промышленности освоено производство ряда эффективных отделочных материалов, позволяющих исключить наиболее трудоемкие и кропотливые процессы ("мокрые" процессы) и улучшить качество отделки (механизированная штукатурка, облицовочные плиты, пластиковая черепица, водостойкие обои).

Отделочные работы на строительных площадках выполняются с помощью различных видов механизированного оборудования (передвижное штукатурное и окрасочное оборудование, узлы для укладки полов из полимерных материалов, шпаклевочные аппараты, шлифовальные станки, лакокрасочные аппараты, вибрационные насосы), что существенно облегчает и ускоряет процессы отделки зданий и сокращает количество операций. Однако отделочные работы остаются очень трудоемкими, а для жилищного строительства на них приходится до 35 процентов всех трудозатрат на строительномонтажные работы.

Среди наиболее трудоемких видов отделочных работ выделяются облицовочные работы с целью покрытия лицевых поверхностей конструкций инкрустацией из натуральных или искусственных материалов. Все облицовочные изделия обычно доставляются на строительную площадку в готовом к использованию виде, в заранее определенных размерах, окраске и текстуре. Облицовочные работы могут быть как наружными, так и внутренними, в зависимости от вида используемых изделий и способа их крепления к поверхностям.

Наружные облицовочные работы заключаются, главным образом, в отделке фасадов зданий и сооружений плитами и деталями из натурального камня, облицовочного кирпича или керамических блоков; обычно они выполняются внутренними строительными лесами одновременно с укладкой стен. Пространство между стеной и облицовкой заполняется цементным раствором. Каменную облицовку иногда применяют для готовых стен; в этом случае используют наружные леса. Облицовка крепится к стене с помощью крепежа, который вставляется в отверстия, просверленные в стене, и заполняет выемки цементным раствором. Облицовка крепится также при помощи стальных прутьев или стержней. Облицовка должна быть сконструирована таким образом, чтобы исключить возможность проникновения влаги через швы и стыки облицовочных изделий.

В современном массовом строительстве для внутренней облицовки используется ассортимент материалов и изделий, который в основном представляет собой облицовку стен, полов и потолков. Такие изделия позволяют варьировать и улучшать внутреннюю отделку зданий, к ним относятся керамическая и пластмассовая плитка, ДСП, ДВП, асбестоцементные плиты (в том числе с эмалированными поверхностями), декоративная фанера, бумажно-ламинированный пластик, декоративные акустические плиты. Отделочные работы внутри здания обычно проводятся после завершения общестроительных работ. Перед началом облицовочных работ необходимо проложить всю заглубленную электропроводку; завершить монтаж стояков, водопроводных и дренажных труб; облицовочные поверхности должны быть ровными и сухими; изделия должны быть отсортированы по форме, размеру и цвету; при необходимости края должны быть зашлифованы и просверлены отверстия. Облицовочные изделия крепятся с помощью растворов, мастик, фасонных каркасных молдингов и дрейфовых болтов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 71.13330.2017 Изоляционные и отделочные покрытия.
2. *Блохин Б.Н., Галактионов А.А.* Отделочные материалы и работы. М. Госстройиздат. 1962г. 75 с.
3. *Горячев В.И.* Облицовочные работы - плиточные и мозаичные. Москва: Высш. школа, 1972. - 138 с.
4. *Ершов М.Н.* Современные технологии отделочных работ. 2013г. 105 с.
5. *Долгих А.И.* Отделочные работы. 2013г. 45 с.
6. *Орлова А.М.* Повышение эксплуатационных свойств известняка и мрамора в облицовке стен. 2010г. 96 с.

Студентка магистратуры 1 года обучения 22 группы ИСА Григорьева О.В.

Научный руководитель - заведующий кафедрой ТОСП НИУ МГСУ, д-р техн. наук, проф. А.А. Ланидус

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Реализация проектов строительства промышленных зданий и сооружений требует создания эффективных экономических и организационно-технологических методов производства работ. При оптимизации систем управления строительных организаций необходимо смоделировать организационную структуру предприятия. Рассмотрим их этапы:

- Научно-техническое и экономическое прогнозирование в области проектирования и проведения строительно-монтажных работ при строительстве промышленных зданий. Данные прогнозы необходимо использовать на практике с целью предварительной оценки эффективности предложенных методов и решений. Такой мониторинг может способствовать развитию организационных структур и прогрессивному повышению реализации проекта в целом.

- Экспертное исследование вероятных способов построения организационных структур согласно поставленным целям.

- Статистические оценки, в соответствии с которыми разрабатывается модель на основе всевозможных статистических показателей.

- Построение дерева целей. При разработке или усовершенствовании любой системы управления для наиболее точных результатов необходимо провести системный анализ. Первое, с чего следует начать - сформировать цель поиска оптимального решения. Далее обозначить все факторы, влияющие на конечный результат и составить альтернативное дерево целей с учетом достаточно большого количества вариантов решений. Затем дать оценку критериям системной оптимизации для дальнейшего составления альтернативных организационных решений, проанализировать все рассмотренные альтернативы и исключить неподходящие варианты, после чего сгенерировать итоговое решение с учетом созданного дерева целей [1].

- Заключительное организационное моделирование, в ходе которого разрабатывается математическое или иное отображение распределения ответственности и полномочий внутри организации [2].

Данные этапы должны привести к минимизации трудовых, финансовых и временных ресурсов, совершенствованию производственных процессов и, как следствие, получению предприятием прибыли в долгосрочной перспективе (рис. 1).



Рис. 1. Этапы моделирования организационных структур

Организационные структуры управления при строительстве промышленных предприятий в нашей стране имеют ряд недостатков, что не дает строительным предприятиям эффективно функционировать. Важно привести в порядок внутренний координационный механизм предприятий, распределить функциональные обязанности, ввести более конкретные алгоритмы действий внутриорганизационных отношений и провести необходимые прогнозные исследования, чтобы убедиться, насколько реальны и благоприятны для предприятия, поставленные им цели. Разумеется, что и в процессе определения целей, особенно долгосрочных, параллельно используются приемы и средства прогнозирования. Прогнозирование делится на две ветви — экономическое и научно-техническое прогнозирование.

В отличие от экономического научно-технический прогноз определяет вероятное натурально-вещественное состояние прогнозируемого объекта.

Взаимосвязь экономического и технического прогнозирования выглядит следующим образом (рис. 2).

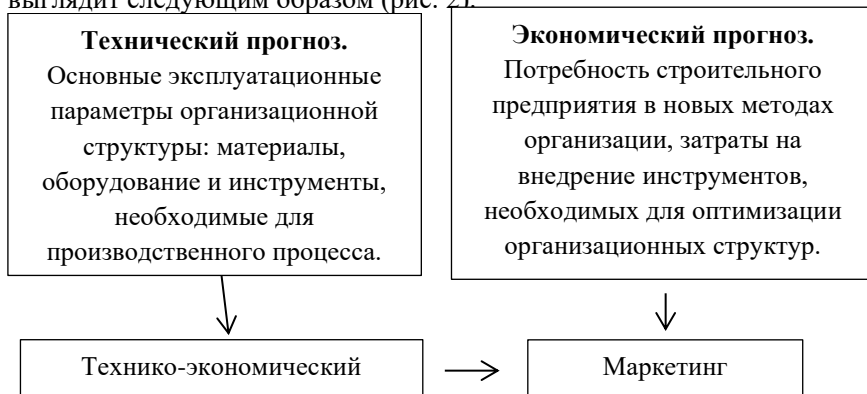


Рис. 2. Связь технического и экономического прогнозов

Исходя из конкретных потребностей строительного предприятия (оптимизация сроков и стоимости строительства), разрабатываются прогнозы, описывающие возможные методы организации производства, и развития организационных структур.

С целью получения качественных технико-экономических показателей в условиях конкуренции на строительном рынке предприятия стремятся к совершенствованию производственной деятельности и создают современные методы для повышения эффективности организационной структуры. Необходимо своевременно проводить внутреннюю диагностику организации, ее административное и производственное управление; избегать доведения ситуации до критического состояния; разработать рекомендации по проведению замены старых методов управления новыми и создать информационную систему, обеспечивающую эффективный контроль за проектными показателями.

Хорошо смоделированная организационная структура дает больший эффект, чем внедрение современной технологии. В процессе моделирования главной задачей является создание такой структуры управления, которая бы наиболее точно отражала цели и задачи предприятия [3]. Созданная организационная структура наилучшим образом должна отражать эффективное взаимодействие предприятия с внешней средой, более продуктивно и рационально управлять своими ресурсами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Д.В. Топчий. Система комплексного управления организационной системой строительной компании, осуществляющей реновацию промышленных территории/ Топчий Д.В. // Инновации и инвестиции. -2018. - №6;
2. Моделирование организационной структуры. [Электронный ресурс] // Автор 24 [URL:https://spravochnick.ru/menedzhment/proektirovanie_organizacii/modelirovanie_organizacionnoy_struktury/](https://spravochnick.ru/menedzhment/proektirovanie_organizacii/modelirovanie_organizacionnoy_struktury/) ;
3. Е.И. Черных. Модель проектирования организационных структур строительных предприятий/ Черных Е.И. // Вестник Ростовского государственного экономического университета «РИНХ» - 2009. - №2.

Студентка магистратуры 2 года обучения 22 группы ИСА Чистякова А.А.

Научный руководитель - д. техн. наук, профессор П.П. Олейник

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАСТРОЙКИ КОТТЕДЖНОГО ПОСЕЛКА

Приезжая за город вдоль нашего взгляда протягиваются улицы, застроенные невысокими, уютными малоэтажными коттеджами. Целью застройки любого коттеджного поселка является увязка всех организационно-технологических решений между собой. Для этого составляется генеральный план, в котором необходимо создать целостную картину и определить какие основные факторы следует учитывать инженерам и проектировщикам. Рассмотреть топографический план территории данного участка. Выбрать оптимальный вариант для прокладки инженерных коммуникаций. Необходимо обустроить поселок таким образом, чтобы жителям было в нем уютно и комфортно.

Данную работу я решила посвятить организации застройки коттеджного поселка Каринское и подробно рассмотреть фрагмент улицы, состоящей из 10 домов. В дальнейшей работе мною будут рассмотрены несколько методов строительства и одновременно увязки между собой десяти коттеджных домов. Каждый из методов будет подтвержден расчетами, в том числе, календарными планами и сетевыми графиками. Однако, в первую очередь, речь данной статьи идет о застройке поселка. Поэтому перед началом исследования необходимо тщательно изучить местоположение будущего поселка, включая его геодезические и геологические особенности. [1]

Важным этапом является составление генерального плана строительства поселка загородного типа. В генеральном плане указывается то, как изменяется экологическая и градостроительная ситуация, меняется социально-экономическое развитие по истечению определенного отрезка времени. Также обозначается зонирование участков, опираясь на их функциональное значение и виды использования. [2] Далее составляется календарный план подготовительного периода на весь участок строительства, учитывая прокладку инженерных сетей, расположение временных зданий, выкорочку деревьев и т.д.

Территория поселка подразделяется на несколько частей, отличных для друг от друга по площади. [3] Информация и числовые значения этих частей представлены в таблице 1.

Площади территорий строительного коттеджа

Название территории	Площадь территории	
	га	%
Индивидуальная жилая застройка	9,9056	78
Территория для размещения инженерно-транспортных коммуникация	2,2016	18
Территория для размещения коммунально-технических объектов	0,2003	3
Территория для организации рекреационных зон	0,18	2

Как известно, на практике редко разрабатывается проект производства работ, отсутствует увязка работ между собой, часто коттеджи возводятся индивидуально при исключительно слабой механизации работ и большим объемом тяжелого ручного труда. Наша задача заключается в том, чтобы увязать все по времени без простоев. Будут приведены таблицы с расчетами и сравнениями трех разных методов организации строительства улицы из десяти домов. [4]

Коттеджные здания, в основном, являются бескаркасными, т.е. с несущими продольными или поперечными стенами. Реже строятся коттеджи каркасные (с колоннами, увязанными между собой соответствующими конструкциями) и комбинированные, т.е. с неполным каркасом.

В данном строительстве будет использоваться строительство загородных коттеджей каркасным методом с использованием калиброванного бруса – архангельский лес камерной сушки с влажностью 13-14%.

В основном, в строительстве будет использоваться двойной объемный каркас или двойной перекрестный каркас, так же имеет место быть одиночному каркасу.

Уже достаточно длительное время технология ДОК (т.е. двойной объемный каркас) является одной из самых известных и высокопрестижных технологий строительства домов из каркаса. Чаще всего, дома с двойным каркасом строят в странах, где преобладает

суровый климат. Например, энергосберегающие дома возводят в Финляндии, Норвегии, Канаде и т.д. Двойной объемный каркас – это два связанных между собой каркаса. Стена монтируется со смещением по горизонтали и вертикали. Такой монтаж называют – шахматным, то есть два деревянных каркаса стоят не симметрично друг к другу, а со смещением в сторону и вверх. Несущие стойки и поперечные балки образуют, таким образом, максимальное количество клеток (ячеек), которые заполняют базальтовым утеплителем. Получается, что каждый элемент такой конструкции с внешней или внутренней стороны упирается в теплоизолятор, то есть нет мостиков холода.

Хотелось бы так же обратить внимание на то, что в дальнейшей работе мы будем стремиться к застройке коттеджного поселка Каринское в едином стиле. И для того, чтобы посёлок был в одной архитектурной концепции, он должен быть застроен одной подрядной организацией. Поэтому в данном посёлке рассматривается вариант продажи участка с подрядом. В Каринском все малоэтажные дома возводятся по нескольким типовым проектам и стремятся к единому архитектурному стилю. Но, как известно, везде могут быть исключения, поэтому индивидуальные проекты домов тоже имеют место быть. Это так же будет отражено в дальнейшей работе. Нам необходимо связать проекты домов между собой так, чтобы в дальнейшем получить улучшенную версию комфортного и уютного посёлка. [5]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Родионов В. И.* Геодезия: Топографические съемки: справ. пособие. - М. : Недра, 1991. / - 316 с. - Б. ц.
2. *Георгиевский О. В.* Единые требования по выполнению строительных чертежей: [справочное пособие] / О. В. Георгиевский. - Москва: Стройиздат, 2002. - 144 с.: ил. - Библиогр.: с.140 (14 назв.). - ISBN 5-274-01953-6 : 178.75 р.
3. *Попов Р. А.* / Региональное управление и территориальное планирование – Москва: ИНФА – М. 2015. – 285 с.
4. *Дикман Л. Г.* Организация строительного производства / Москва – 2006 г.
5. *Кесик Тед Дж., Лио Майкл.* / Строительство деревянных каркасных домов в Канаде. 1982.

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПРЕДНАПРЯЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ,
АРМИРОВАННЫХ МОНОСТРЕНДАМИ**

Особенности технологии преднапряжения железобетонных элементов, армированных монострендами, могут быть отражены в организационно-технологической модели (далее – ОТМ) – принципиальном изображении в виде графика-циклограммы производства сопутствующих строительного-монтажных работ. ОТМ является основой для расчета нормативной продолжительности выполнения каждого вида работ.

Настоящая работа направлена представлению ОТМ производства работ, включающих преднапряжение железобетонных конструкций, армированных монострендами.

Организационно-технологическое моделирование реализуется посредством сопоставления и соотношения продолжительностей выполняемых организационно-технологических операций. Для рассматриваемых операций соотношения продолжительностей представлены в таблице 1.

Таблица 1

Соотношение продолжительности выполняемых организационно-технологических операций

№ операции	Наименование операции	Услов. обозначение	Соотношение продолжительностей выполняемых работ t_i
1	Выставление опалубки	ОК	1
2	Размещение монострендов в арматурных каркасах (строго по эпюре моментов). В пролетной	АРМ	1

	части канатная арматура изгибается вниз, над опорами – вверх.		
3	Фиксация монострендов по торцам конструкции при помощи анкерного устройства	АНК	1
4	Подача бетонной смеси. Бетонирование конструкции с уплотнением и разравниванием бетонной смеси	БК	1
5	Уход за свежеложенным бетоном	ТП1	1
6	Выдерживание бетона	ТП2	2
7	Распалубка	РК	1
8	Последовательное постнапряжение каждого каната с использованием легкого однопрядного домкрата	ПН	1

График-циклограмма устройства преднапряжения железобетонных элементов для рассматриваемой совокупности операций может быть изображен в виде, представленном на рис.1. [1-5]

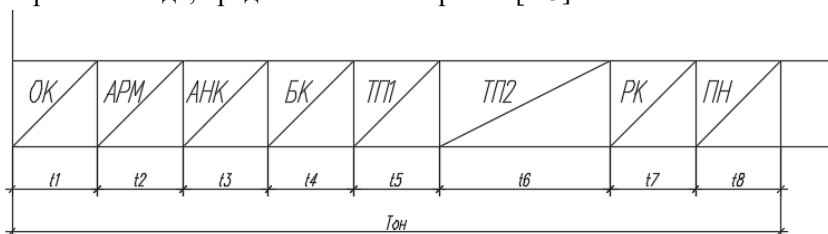


Рис.1 К ОТМ преднапряжения ж/б элементов, армированных монострендами

Общая продолжительность выполнения всех рассматриваемых операций может быть представлена следующей формулой:

$$T_{\text{он}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8$$

где $t_1 \dots t_8$ – продолжительности рассматриваемых операций.

Нормативная продолжительность выполнения i -го вида работ может быть представлена в следующем виде:

$$t_{iH} = f(T_{OH}; m; \text{треб. ТБ})$$

где Тон – общая продолжительность выполнения всех операций;

m – число захваток;

треб. ТБ – требования техники безопасности.

Тогда имеем:

$$t_{iH} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_7 + t_8$$

$$t_6 = 2t_{iH}$$

$$T_{OH} = (7 + 1)t_{iH}$$

С учетом выполненных преобразований нормативная продолжительность выполнения i-операции может быть представлена в следующем виде:

$$t_{iH} = \frac{T_{OH}}{7 + 1}$$

Таким образом, получено представление организационно-технологического моделирования преднапряжения железобетонных конструкций, армированных монострендами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Побегайлов О.А., Лотошников Д.В.* Организационно-технологическое моделирование системы «Проектирование-строительство-эксплуатация» в современных условиях. //Вестник евразийской науки. 2013. №5(18). С. 134.
2. *Сокольников В.В.* Моделирование организационно-технологической надежности строительства // Вестник гражданских инженеров. 2018. №4 (69). С. 92-97.
3. *Горбачевский В.П.* Использование отходов производства в подземном строительстве. –М.: НИУ МГСУ, 2019. – 90 с.
4. *Синенко С.А., Мирошникова И.М.* Внедрение методики оценки поставщиков как один из способов сокращения сроков строительства // Системные технологии. 2018. №2 (27). С. 14-19.
5. *Borovskii A.V., Gorbachevskii V.P., Pachomova L.A.* Account of the force resistance in the calculation of reinforced concrete structures // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Vol. 1425. No 012092.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫВОЗА И ПЕРЕРАБОТКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ ПРИ СНОСЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ РЕНОВАЦИИ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Сегодня, начиная с 2017 года, активно реализуется Программа реновации жилищного фонда в г. Москве, рассчитанная на 15 лет и включающая в себя более 5000 домов. Данный проект предполагает переселение жителей из ветхих малоэтажных и зданий в новые дома большей этажности, которые удовлетворяют современным нормам и правилам.

Решение о реновации было принято вследствие нерентабельности проведения капитального ремонта двух-, четырех-, в основном пятиэтажных зданий 1957-1968 годов постройки, эксплуатационный срок которых, рассчитанный на 25-50 лет, подходит к концу. Результаты обследования технического состояния [1] вышеописанных объектов показали, что большинство данных сооружений находится в аварийном состоянии. Об этом свидетельствует неудовлетворительное состояние несущих конструкций и кровли, инженерных, газовых и электрических сетей, ремонт которых предполагает нарушение целостности и дальнейшую замену перекрытий и стен. Стоит отметить, что данные объекты обладают неразвитой инфраструктурой, обветшавшими фасадами, устаревшими объемно-планировочными решениями (маленькие площади помещений, санузлов, низкие потолки, небольшая этажность зданий) [4]. Вследствие анализа всех вышеописанных факторов было принято решение о целесообразности сноса и демонтажа пятиэтажных строений и возведении на их месте новых многоэтажных зданий с соблюдением современных требований и норм.

В процессе сноса малоэтажных домов возник вопрос эффективного способа утилизации строительных отходов, образующихся в результате разрушения конструктивных элементов зданий. В наше время огромное значение уделяется проблеме состояния экологии не только во всем мире, но и конкретно в нашей стране. Значительное количество несанкционированных свалок и мусорных полигонов сильно влияет на качество окружающей среды, состояние природы и здоровье людей. В наше время улучшение экологической ситуации является одной из важнейших проблем, требующих внимания и развития. Большое

количество отходов строительства и сноса, которые образуются в результате разрушения ветхих зданий, только усугубит состояние экологии в стране. Поэтому ключевой задачей Правительства Москвы было обеспечить не только быстрый и качественный снос зданий, но и оперативный вывоз строительных отходов с их последующей сортировкой, переработкой и вторичным использованием в составах других материалов. Стоит понимать, что качество взаимосвязи перечисленных факторов определяется эффективной и четкой организацией всего процесса на каждом отдельном этапе. Сегодня Правительством Москвы регулируется каждая ступень процесса максимально утилизации демонтируемых конструкций, существуют отдельные документы, регулирующие Порядок обращения с отходами строительства и сноса [2] и Цифровой контроль за процессом обращения отходов строительства и сноса [3]. Процесс демонтажа малоэтажных сооружений осуществляется по так называемой технологии «умного сноса» зданий. Основными принципами данной технологии являются безопасность, экологичность, минимизация шума и пыли от разрушения конструкций, максимальная переработка строительных отходов с их повторным использованием в составе других материалов. Ключевой принцип «умного сноса» - последовательность процессов демонтажа здания. В первый этап входит отключение внутренних сетей от инженерных коммуникаций, разбор дома по отдельным элементам, сортировка отходов по группам. Второй этап включает в себя установку сетки-пленки и щитов со стороны жилой застройки, ограждение деревьев на территории участка специальными коробами во избежание повреждений, снос здания с помощью специализированной техники. Подобная организация процесса сноса зданий позволяет оперативно сортировать образующиеся строительные отходы уже на этапе демонтажа зданий, исключая потребность в дополнительных мероприятиях по разделению элементов конструкций по материалам. Установка защитных ограждений, распылителей и экранов позволяет сделать процесс демонтажа зданий максимально незаметным и комфортным для людей в близлежащих сооружениях. Контроль процесса вывоза и утилизации строительных отходов регламентируют соответствующие реестры отходопроизводителей, отходоперевозчиков и отходополучателей, документы, содержащие требования к организации их деятельности.

Несмотря на модернизацию процесса утилизации строительных отходов на этапе сноса зданий, повышение качества и возможностей

способов сортировки, транспортировки и переработки демонтированных конструкций и материалов позволит уменьшить время, затраченное на реализацию вышеописанных мероприятий, понизить их трудоемкость. Привлечение мобильного дробильно-сортировочного оборудования, использование строительных машин с применением грузоподъемных магнитов, устройство контейнеров и специальных покрытий для повышения удобства сортировки и складирования строительных отходов позволило бы сократить денежные расходы и время на перевозку материалов на полигоны. Подобное решение может требовать установку дополнительных экранов для шумоизоляции и гидропушек для снижения уровня пыли, но данный подход предоставит возможность оперативно отправлять разделенные по группам продукты сноса зданий на вторичную переработку для дальнейшего использования.

Можно сделать вывод, что несмотря на простоту, четкость и слаженность выбранной системы способа утилизации строительных отходов, развитие отрасли сортировки и переработки подобных материалов поможет оптимизировать время и ресурсы, затрачиваемые на мероприятия по преобразованию вышеупомянутых продуктов сноса зданий для вторичного использования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.
2. Постановление Правительства Москвы от 26 августа 2020 г. №1386-ПП Об утверждении Порядка обращения с отходами строительства и сноса в городе Москве.
3. Постановление Правительства Москвы от 26 августа 2020 г. №1387-ПП Об утверждении Административного регламента предоставления государственной услуги города Москвы «Выдача разрешения на перемещение отходов строительства, сноса зданий и сооружений, в том числе грунтов»
4. ГОСТ 31937-2011 Правила обследования и мониторинга технического состояния.
5. Чулков В.О., Назиров Б.Э. Рециклинг отходов строительства и сноса при реновации территорий и дорожных покрытий крупных городов // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы», 2018 №4 <https://resources.today/PDF/06NZOR418/pdf> (доступ свободный).

*Студентка магистратуры 2 курса 21 группы ИСА Назарова К.А.
Студент магистратуры 2 курса 21 группы ИСА Пузырев А.С.
Научный руководитель – зав. кафедрой ТОСП, д-р техн. наук, проф. А.А.
Ланидус*

МНОГОЭТАЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО В УСЛОВИЯХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ РИСКОВ

Введение. На сегодняшний день особо актуальным направлением научного исследования, оптимизации, совершенствования и реализации проектов инвестиционно-строительного комплекса – являются вопросы, связанные с проблематикой возникновения экономических и технических рисков. Этому способствует накопленный опыт работы в условиях становления и развития рыночных отношений, быстрый рост темпа работ, использование новых технологий, сбои, поломки – неотъемлемым атрибутом которых является неопределенность в получении ожидаемого конечного результата. В этих условиях вполне естественным и оправданным является процесс появления значительного количества исследований, посвященных техническим рискам.

Целью этих исследования является изучение влияния технических рисков на безопасность строительства многоэтажных зданий и достижение требуемых характеристик.

Материалы и методы. Как правило, на возникновение рисков влияет совокупность тех или иных факторов под влиянием, которых вероятность возникновения наибольшая. Зачастую ошибки и аварии строительства являются следствием ошибок стадии проектирования.

Наиболее существенные риски, оказывающие значительное влияние, выделяются путем анализа чувствительности. Его можно проводить по всем выявленным рискам, однако это слишком трудоемко. По этой причине выделяются укрупненные группы рисков, наиболее важные, по мнению экспертов, часто встречающиеся на практике или способствующие возникновению других рисков.

Предпроектная стадия характеризуются представленными укрупненными группами:

- риски неправильных данных инженерных изысканий [1];
- риски неправильных предпроектных решений по архитектурно-строительному разделу;
- риски неправильных предпроектных решений по разделу инженерному оборудованию и сетям.

Проведение инженерных изысканий включает следующие группы:

- риски неправильных данных и недостаточность инженерно-геологических и геодезических изысканий;
- риски неправильных данных и недостаточность инженерно-экологических изысканий;
- риски достоверных данных, по исторической оценке, территорий застройки.

Проектная стадия характеризуется приведенными группами:

- риски нерациональных архитектурно-конструкторских и инженерных решений;
- риски изменения документации, регулирующей этап проектирования;
- риски, связанные с обменом информацией и взаимодействия между участниками;
- риски коллизий инженерных сетей с конструктивными элементами в не предусмотренных проектом местах;
- риски искажения и потери данных при использовании цифровой модели.

Стадия строительства, характеризующаяся следующими укрупнёнными группами рисков, которые выявляются до окончания строительства:

- риски с отсутствием в проектно-конструкторской документации узлов и конструкций;
- риски некачественного авторского надзора либо его отсутствие;
- риски, связанными с устройством инженерных систем [2];
- риски, связанными с взаимоувязанием во времени и пространстве потоков СМР;
- риски, связанные с отсутствием современного оборудования с высокой производительностью и промышленных опалубочных систем;
- риски неквалифицированного, несвоевременного и не в полном объеме проведенного лабораторно-производственного контроля качества;
- риски неквалифицированного трудового ресурса.

Стадия строительства, характеризующаяся следующими группами рисков, которые выявляются после окончания строительства:

- риски, связанные с несовместимостью инженерного оборудования;
- риски, связанные с недостаточным уровнем качества строительной продукции, выявляемый на более поздних этапах.

Выявление и расчет вероятности возникновения тех или иных факторов рисков важен при комплексном анализе и оценке реализации инвестиционно-строительного проекта с целью минимизации их влияния при дальнейшей реализации с прогнозированием сроков реализации и контролем инвестиционных финансовых средств.

Заключения и обсуждения. Благодаря проведенным исследованиям будет разработана методология анализа, выявления и оценки допустимости технических рисков многоэтажного строительства. Практическое использование методики оценки позволит уже на этапе организационно-технологического проектирования возведения многоэтажных зданий оценить альтернативные варианты по критериям технических рисков и разработать мероприятия по снижению уровня риска в целях повышения безопасности и достижения требуемых характеристик.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лapidус А.А., Назарова К.А., Пузырев А.С. Анализ возможности возникновения технических рисков при строительстве многоэтажных жилых зданий при использовании элементов вероятностного моделирования // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. №10. С. 167-172.

2. Лapidус А.А., Пузырев А.С., Назарова К.А. Выбор оптимальной глубины выработки грунта при инженерно-геологических изысканиях в условиях технических рисков проектирования фундаментов строительных объектов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. №10. С. 207-214.

3. Лapidус А.А., Шестирикова Я.В., Разработка математической модели оценки комплексного показателя качества при возведении многоэтажных жилых зданий // Наука и бизнес: пути развития. 2019. № 1 (91). С. 44-48.

4. Alina Mihaela Nicuță, Bogdan Butnaru. Analysis of Risk Factors in Construction Industry, Bulletin of the Polytechnic Institute of Jassy, CONSTRUCTIONS. ARCHITECTURE Section, February 2018:10-18.

5. Савушкина Т.Ю., Зенов В.С., Зеленцов А.С., Лapidус А.А. Потенциал эффективности комплексной оценки качества строительства от этапа проектирования до ввода объекта в эксплуатацию // Инженерный вестник Дона. 2019. № 1 (52). С. 71-78.

РЕКОНСТРУКЦИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

В настоящее время большинство подземных коллекторов считаются устаревшими, в частности, построенные в период с 1960 по 1980-е года. Москва имеет под собой целый “подземный город” множество подземных инженерных коллекторов, трубопроводные конструкции и коллектора специального назначения. С каждым годом демонтаж старых и строительство новых подземных коллекторов, в частности, для инженерных коммуникаций, обходится экономически не выгодно, поэтому целесообразно реконструировать существующие коллектора.

Коллектор для инженерных коммуникаций – проходной тоннель для прокладки и обслуживания инженерных коммуникаций, такие как водопровод, силовые кабели, кабели связи и спецсвязи. Основная цель коллектора – провести через него определенное количество инженерных коммуникаций, освободив места на участках земли [1]. Таким образом, инженерные сети и оборудования будут обеспечены надежной защитой и возможностью в любой момент устранить неполадки монтажной бригадой.

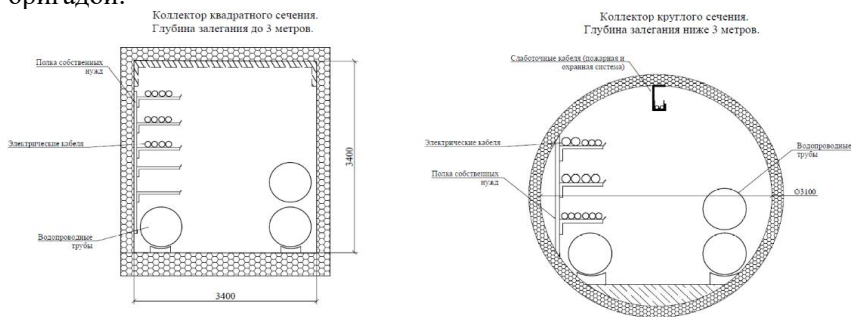


Рис.1 Схема подземного коллектора для инженерных коммуникаций

Реконструкция и модернизация коллекторов является успешной и экономически выгодной идеей на сегодняшний день. Для этого не понадобится раскапывать землю и перекрывать дороги, создавая дополнительные неудобства. Вся модернизация и реконструкция коллектора, монтаж дополнительного оборудования, замена отдельных элементов будет осуществляться закрытым способом, внутри самого

коллектора [1, 4]. Инженерные коммуникативные коллектора сечением от 3 до 6 метров весьма востребованы, так как всегда будет удобный доступ для постоянного контроля и будут иметь достаточно места для работы монтажной бригады.



Рис.2. Сечение инженерных подземных коллекторов.

К реконструкции подлежат железобетонные несущие элементы, например, усиления колонн и ригелей на перекрестках в местах пересечения нескольких коллекторов. Бетонирования трещин на стенах по телу коллектора, а также переустройство камер запасного выхода и вентиляционных шахт [5]. Замена металлических стоек и полок, по которым проложены многокилометровые инженерные сети, ремонт насосов и электрооборудования.

Модернизация охранной и пожарной безопасности является не менее важным условием при дальнейшей эксплуатации подземного коллектора. С каждым годом безопасность коллекторов прогрессирует, благодаря, введения новых и многофункциональных систем и оборудования. По всему телу коллектора производится монтаж пожарных извещателей, система оповещения и эвакуация людей, а также система охранного оборудования, благодаря которым, комплексы многокилометровых подземных коллекторов находятся на постоянном контроле [3]. Охранная система обеспечивает защиту от злоумышленного проникновения и незамедлительно поступает сигнал диспетчеру. В случае возникновения пожара, охранно-пожарная система передает информацию через головное оборудование к диспетчеру комплекса коллекторов и в районную диспетчерскую, после чего сразу поступает звонок в пожарную часть [4].

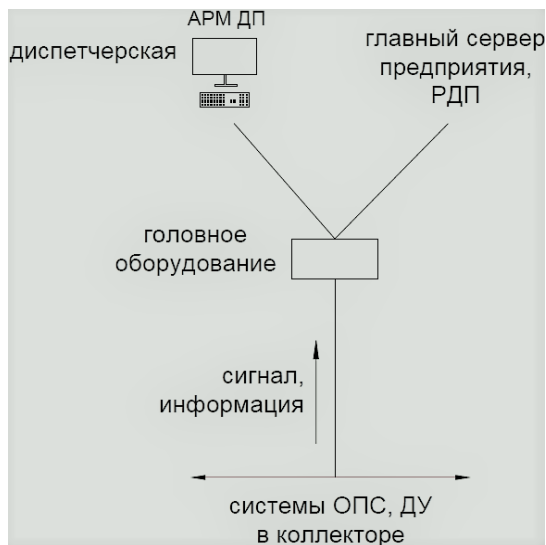


Рис.3. Схема вывода информации.

Подземные инженерные коллектора обеспечивают свет и тепло в наших домах, электрическое питание многих предприятий, связь и водоснабжение. Модернизация системы безопасности и реконструкция несущих элементов тела коллектора позволило решить целый комплекс экономических, экологических и социальных задач [3]. Целесообразно продолжить исследования применения технологии по реконструкции и модернизации кабельных коллекторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. С.М. Эткин. Проблемы больших городов. Строительство коммунальных тоннелей закрытыми способами.
2. СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.
3. <http://www.moscollector.ru/>
4. СП 256.1325800.2016 “Коллекторы коммуникационные”.
5. Регламент выполнения по технической эксплуатации городских и внутриквартальных коммуникационных коллекторов в г. Москве.

*Студентка магистратуры 2 года обучения 22 группы института ИСА
Жога Д.О.*

Научный руководитель – проф., д-р техн. наук, проф. С.А. Синенко

РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЛИГОНА ТКО, С ВЫСОКИМ ПОТЕНЦИАЛОМ ОПАСНОСТИ СВАЛКИ (ОБЩИЙ ОБЪЕМ ВЫДЕЛЕНИЯ БИОГАЗА >100 МЛН.НМЗ)

В 21 веке вопрос рекультивации свалок имеет невероятную актуальность. В конце 2010-х в России сложился так называемый «мусорный кризис», представляющий собой системный экологический кризис, в сфере обращения с твёрдыми коммунальными отходами (ТКО).

На основании проведенных исследований различных источников было выявлено, что ежегодно в России образуется более 70 млн тонн твёрдых коммунальных отходов. [1]



Диаграмма 1 Объем отходов в России.

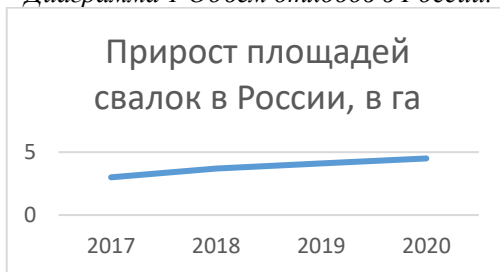


Диаграмма 2 Прирост площадей свалок и полигонов в России

В сложившейся ситуации рекультивация полигонов стала одним из самых целесообразных вариантов решения данной проблемы.

Наибольшую опасность для окружающей среды представляют свалки с высоким потенциалом опасности. К таким относятся свалки, выделяющие биогаз в объеме 100 000 000 нм³ и более. (Нормальный метр кубический (нм³) – это кубический метр газа при нормальных условиях. Под нормальными условиями принимаются давление, равное 760 мм. рт. ст. и температуру воздуха 0°С.).

Биогаз, который образуется на свалках, является продуктом биологического разложения органической фракции складированных отходов. Источником биогаза являются биоразлагаемые отходы, составляющие 65-80% от общей массы ТКО. К ним относятся различные пищевые отходы, целлюлозосодержащие отходы и т.д.

Рекультивация полигона с высоким потенциалом опасности выполняется в два этапа: технический и биологический. Технический этап включает в себя разработку технологических и строительных мероприятий, решений по устройству защитных противофильтрационных экранов основания и поверхности полигона, дегазации, сбору и обработке фильтрата и поверхностных сточных вод.

Биологический этап рекультивации предусматривает агротехнические мероприятия, направленные на восстановление нарушенных земель.

Существенным отличием в рекультивации свалок с высоким потенциалом опасности от рекультивации свалок с низким и средним является устройство системы активной дегазации.

Система активной дегазации основана на установке большого количества вертикальных скважин отбора газа на верхней поверхности полигона. Затем газ собирают в горизонтальной сети труб и соединяют с механическим компрессором, который создает постоянное пониженное давление в сети трубопроводов и под геомембраной. Газ, образуемый в теле полигона, попадает в сеть трубопроводов, после чего под действием компрессора подается на газосжигательную установку для окончательного уничтожения вредных компонентов и соединений. Вертикальные горизонтальные дренажи изготавливают из различных материалов и различных конфигураций.



Рис. 1 – Схема установки вертикальных дрен

Для исключения вероятности проникновения биогаза из тела полигона в атмосферу тело полигона сверху перекрывают многослойным защитным экраном. Состав защитного экрана определяется исходя из конкретных заданных условий, и возможностей компании которая занимается рекультивацией. [2]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рекультивация закрытых полигонов ТБО // П.С. Куприенко, Т.В. Ашихмина, Т.В. Овчинникова, М.И. Пинчук // ж-л: «Пожарная безопасность: проблемы и перспективы» - Воронеж: ВГТУ, 2017, т.1, №8, стр.445-447.
2. Трушин Б.В. «Национальные особенности рекультивации полигонов захоронения ТБО» <http://sg-eko.ru>.
3. Гривко Е.В., Степанов А.С., Шайхутдинова А.А. К вопросу об оптимизации природно-территориального комплекса Восточного Оренбуржья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (58). С. 125-127.
4. Барцев И.А. Трофимов О.В., Доценко И.В. Анализ стратегий утилизации и переработки ТБО в Российской Федерации // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2013. № 9 (57).
5. Левин Е.В. Анализ проблемы образования и использования отходов на примере Оренбургской области / Е.В. Левин, Р.Ф. Сагитов, В.Г. Коротков, С.В. Антимонов // Перспективы развития науки и образования: сб. науч. трудов по матер. Междунар. науч.-практич. конф. Тамбов, 2014. С. 84-87.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОСТАВА И СОДЕРЖАНИЯ ФАЗ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В строительстве инвестиционная деятельность представляет собой вложение денежных средств, ценных бумаг или иного имущества, т.е. инвестиций для получения прибыли и иного полезного эффекта. Инвестиционная деятельность имеет очень важную роль, поскольку она является основой стабильного развития экономики в целом, а так и в её отдельных отраслях. Практически любая фирма в результате своей деятельности так или иначе сталкивается с необходимостью вложения средств в свое развитие. Жизнеспособность и процветание любого бизнеса во многом зависит от правильно подобранной инвестиционной политики. Тут и возникает понятие инвестиционного проекта, которое раскрывает экономическую целесообразность, объекты и сроки осуществления капитальных вложений. Вся необходимая для строительства проектная и рабочая документация разрабатывается в условиях инвестиционного проекта, введется само строительство и вводятся готовые объекты в эксплуатацию. Но стоит отметить, что инвестиционная политика бывает весьма рискованна, поэтому необходимо поэтому следует подходить к расчетам с предельной внимательностью.

Эффективная реализация и разработка инвестиционных проектов практически на прямую зависит от проработки инвестиционных фаз реализации объекта строительства. Типичный жизненный цикл инвестиционного проекта состоит из трех фаз, фиксирующих основные промежуточные цели – прединвестиционная, инвестиционная и эксплуатационная. На начальном этапе (зарождение проекта) как правило формируется идеи, даты начала работ и открытие финансирования, а также начинается проработка инвестиционных фаз. А окончанием проекта можно считать выполнение поставленной ранее цели и успешное завершение трех фаз, а как результат ввод в эксплуатацию объекта и закрытие финансирования. На рис. 1 представлена принципиальная схема изменения затрат и прибыли по жизненному циклу. Исходя из данных схемы можно сделать вывод, что максимальные затраты на протяжении жизненного цикла объекта приходятся на инвестиционную фазу, а наименьшие – на прединвестиционной, но при этом ее участники будут иметь наибольшее

влияние на конечные показатели объекта и ее стоимость и влияние будет угасать по мере реализации проекта.

Период жизненного цикла проекта



Рис.1 Принципиальная схема изменения затрат и прибыли жизненного цикла инвестиционного проекта

Рассмотрим каждую фазу инвестиционного проекта подробно и дадим краткую характеристику, выделив наиболее важные моменты.

Итак, первая фаза – прединвестиционная. В ней происходит выработка концепции, изучается его актуальность, просчитываются все возможные риски и производятся все необходимые расчеты и исследования. Данная фаза является очень ответственной поскольку предусматривает уточнение цели, сравнительный анализ и оценку альтернатив с утверждением концепции.

Второй фазой является инвестиционная, которая является самой длительной по времени и наиболее затратной по ресурсам и материальной составляющей. На данном этапе все решения и действия имеют не обратимый характер. В данной стадии происходят следующие этапы:

- определение законодательной, финансовой и организационной базы для реализации проекта. Это включает в себя разработку проектной документации для строящегося объекта, проведение экспертизы (государственной или частной);
- оформление и получение разрешения на строительство, подтверждающее разработанную проекту документацию, включающую генеральный план, строительный план, планировку участка, в соответствии с требованиями;

- заключение контрактов на различные виды работ и поставку материалов и оборудования, участие в тендерах, оценка затрат, а также ведение переговоров;
- набор персонала для различных видов работ (строительных, монтажных и специальных), приобретение технологий и оборудования;
- выполнение строительных, монтажных, специальных работ по конкретному объекту строительства, реконструкции зданий и сооружений;
- приемка завершеного объекта строительства с проверкой на соответствие всем требованиям действующего законодательства;
- подготовка к выпуску продукции.

Третья фаза, она же эксплуатационная, начинает функционировать с момента ввода объекта в эксплуатацию и продолжается до его полной утилизации, включая текущий и капитальный ремонты, реконструкцию. Завершающая фаза проекта существенно влияет на получение запланированной прибыли или эффективности вложенных инвестиций. Чем длиннее будет данная фаза, тем выгоднее соответственно она будет для инвесторов и по продолжительности она должна занимать не менее 77% от общего времени «жизни инвестиционного проекта».

Таким образом, для получения желаемого результата, например, прибыли от объекта строительства необходимо составлять инвестиционный проект так, чтобы он определял цель фирмы, стратегию предпринимательской деятельности и был привлекательным для инвесторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Олейник П.П. Организация планирование и управление в строительстве. Асб, 2015. с 8-11
2. Федеральный закон от 25. 02.1999 г. N 39-ФЗ "Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений"
3. А. А. Калашников, Н. И. Ватин. Организация, управление и планирование в строительстве. Базовые принципы и основы организации инвестиционно-строительных проектов с 25-29
4. Б. Ф. Ширшиков Организация, планирование и управление в строительстве. Асб, 2012.
5. Л. Г. Дикман Организация строительного производства. Асб, 2006.

УЗЛОВОЙ МЕТОД НА ПРИМЕРЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

На сегодняшний день, с учетом постоянного развития технологий в области строительства, а также необходимости оптимизации процессов и затрат, актуальным становится вопрос о поисках наиболее подходящих методов строительства промышленных объектов. При этом, важно учитывать, что современный подход к выбору методов организации строительства в первую очередь основывается на оценке таких параметров, как тип и степень сложности строительных объектов и комплексов.

Повышение структурной и технологической составляющей наиболее крупных по своим объемам объектов и/или промышленных объектов, спровоцированное научным техническим прогрессом, преобразовало организацию, процессы качественного управления строительным производством. С целью возведения особо сложных объектов в составе кластеров, был разработан узловой метод формирования системы и оперативного управления, нашедший применение в промышленном строительстве, в том числе при возведении нулевых циклов.

При узловом методе абсолютно все составляющие элементы подчиняются едино-комплексному проведению строительно-монтажных мероприятий, а также вводу всех объектов в эксплуатацию в минимально возможные сроки. С целью возведения самых крупных и усложнённых промышленных объектов проекты организации строительства разрабатываются зачастую хорошо себя зарекомендовавшим узловым методом. В этом плане, стандартный узловой метод представляет собой особый вариант проектирования, с последующей подготовкой и/или управлением строительными мероприятиями. Такой подход на сегодняшний день обеспечивает снижение длительности простоя оборудования в ремонтной сфере, гарантирует возможность механизации мероприятий, упрощает характеристики ремонтных работ с улучшением качественных показателей и понижением себестоимости [3].

При такой разработке строительного проекта является разделение блока на технологическую, строительную и общую форму, что особенно значимо при возведении сложнейших и объёмных объектов, отличающихся уникальными качествами технологического

оборудования, наличием крупнейших подземных и наземных коммуникаций, существенными объёмами строительно-монтажных мероприятий. Неоспоримым является тот факт, что рассматриваемый выше узел представляет собой структурно обусловленная и технологически обособленная часть возводимого производственного комплекса (завода), находящаяся в строго определённых границах, с учётом технической готовности, что позволяет сразу после завершения строительно-монтажных работ осуществить ввод в эксплуатацию и/или испытание.

Ключевой целью узлового метода является комплексное выполнение строительно-монтажных работ, а также ввод применяемых мощностей в самые кратчайшие сроки с максимально высокой технико-экономической результативностью для строительно-монтажных подразделений, задействованных в проекте. Собственно, ремонтные работы очень чётко и высокоэффективно отделены от разборочных и сборочных мероприятий.

С целью самой рациональной концентрации ресурсов и координации действий пользователей компонентов на основе максимального сочетания работ назначаются более простые узлы из наиболее сложных узлов. Простой узел – отдельная часть, в которой ведутся все строительно-монтажные работы до тех пор, пока не будет достигнута техническая готовность, необходимая для осуществления пусконаладочных мероприятий и/или проведения испытаний. Внутри такого узла развитие происходит в автономном режиме, с подключением к устройству исключительно на финишном этапе, к примеру, в формате испытания [2].

Глобальная задача каждого строительного подразделения позволяет организовать параллельные рабочие процессы в специальной системе, тем самым обеспечивая существенное сокращение общих временных затрат, необходимых для получения результата с учётом максимального сочетания выполняемых работ. В зависимости от общего объёма мероприятий и характеристик конечного результата выделяются технологические, а также строительные и общие форматы.

Исходя из того, что базовой составляющей данного способа является декомпозиция, которая представлена расчленением многогранной производственной структуры на технологические компоненты, соответствующие предъявляемым требованиям и регламентам, проистекает очень большое количество преимуществ узлового метода, включая поочерёдную комплексность. Кроме всего прочего,

использование на практике данного подхода обеспечивает наиболее оптимальную концентрацию внимания на наиболее важных строительных этапах, с заметным сокращением общей продолжительности осуществляемых процессов и возникновением возможностей специализации в соответствии с выполнением строго определённых категорий работ. Зачастую способ довольно активно применяется на самых крупных промышленных объектах, представленных заводами, электрическими станциями, магистральными трубопроводными системами [1].

В качестве наиболее распространённого варианта можно привести пример такого узлового метода в современных условиях нефтеперерабатывающей промышленности, с достаточно большим количеством таких очевидно важных составляющих, как однотипное оборудование, унифицированные узловые компоненты и специальные детали, а также аппараты, лимитирующие работоспособность агрегатов и/или установок.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что использование узлового метода при возведении промышленных предприятий даёт возможность сфокусировать внимание участников всего процесса сооружения объекта на наиболее важных этапах строительства, а также оптимизировать его сроки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бесчастнов Д.В., Казарян Р.Р.* Узловой и комплектно-блочный методы организации строительства завода резинотехнических изделий // Строительное производство. 2019. № 3. С. 22-25.
2. *Русанова, Т.Г.* Организация технологических процессов при строительстве, эксплуатации и реконструкции строительных объектов: Учебник / Т.Г. Русанова. - М.: Академия, 2018. - 224 с.
3. *Б. Ф. Ширишков* Организация, планирование и управление в строительстве. Асб, 2012.
4. *Соколов, Г.К.* Технология и организация строительства.. / Г.К. Соколов. - М.: Academia, 2018. - 124 с.
5. *Олейник П.П.* Организация планирование и управление в строительстве. Асб, 2015. с 8-11

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ВО ВРЕМЯ ПАНДЕМИИ

Начавшаяся в конце 2019 года пандемия коронавирусной инфекции внесла коррективы в уклад практически всех производств, в том числе и строительного. COVID-2019 внес огромные изменения в экономику многих стран, Россия не стала исключением.

В начале 2020 года пандемия коронавируса повлияла практически на весь мир. Изменения коснулись абсолютно каждой сферы деятельности: образования - более чем в 100 странах обучение перевели на дистанционный режим; спорта и культуры - отменились многие масштабные спортивные и творческие мероприятия, во избежание массового скопления людей; автоиндустрия – остановка поставки деталей, уменьшение спроса и снижение количества покупателей.

Полностью последствия такого вида кризиса сложно оценить на сегодняшний день, так как часть производственных процессов еще не пришли в исходную норму. Более того, в организации деятельности (не только в строительстве) произошли сложные и неоднозначные изменения, результатом которых является появление новых норм и правил.

Строительная сфера относится к непрерывным видам работ, поэтому она не понесла таких серьезных потерь в период пандемии как, например, сфера услуг или торговли [2,3]. Однако, с некоторыми проблемами строителям всё же пришлось столкнуться. Негативное влияние пандемии:

- Карантинные меры – многих сотрудников по приказу правительства перевели на удаленную работу. В сфере строительства из рабочих на объекте первыми оказались инженеры ПТО. Это очень сильно сказалось на качество работы, так как удаленная работа затрудняет выпуск рабочей документации в бумаге, выпуск исполнительной документации, взаимодействие участников строительства (генподрядчик, заказчик, техзаказчик и тд)
- Поставка материалов и деталей – у многих строительных компаний налажена поставка с иностранными поставщиками. Во время пандемии стало довольно затруднительно работать с некоторыми странами: многие закрыли границы.
- Иностранные работники – в строительной сфере не мало работников из-за границы. Оформление документов, нахождение в

другой стране может стать затруднительным для работника, по этой причине он может быть вынужден вернуться в свою страну.

- Малая платежеспособность клиентов – строительство многоквартирных жилых комплексов может получить серьезный удар – большинство из и потенциальных клиентов стали неплатежеспособны, многие стали безработными.

- Ужесточение мер защиты от вируса – санитарные требования к работе на площадке несет в себе информацию о минимальном расстоянии между работниками или максимальным количеством людей на фронте работ.

В качестве данных для статистики послужили данные, собранные ассоциацией «Национальное объединение строителей» (НОСТРОЙ), Федеральной службы государственной статистики РФ, Высшей школы экономики (ВШЭ) и Web of Science. Основа исследования - анализ информации по закрытию строительных объектов на территории субъектов РФ, результатов, полученных в ходе опроса строительных организаций, статистических данных рынка недвижимости и публикаций по теме «Строительство 4.0» [1,4].

Ассоциация «НОСТРОЙ» функционирует в 74 субъектах Российской Федерации и включает в себя более двухсот СРО. В период с апреля по июнь была сформирована статистика, которая отражает закрытие строительных объектов на территории России. На рисунке 1 представлена динамика открытия и закрытия строительных площадок в различных субъектах РФ в период пандемии. По горизонтальной оси выделены даты, во время которых наблюдалась представленная в столбце информация, по вертикальной – количество субъектов России.

Помимо самого процесса строительства влиянию пандемии подвергся и рынок жилья. В конце марта глава ГК ПИК Сергей Гордеев заявил: «За пятнадцать дней апреля мы видим 65% падения по отношению к марту». Принятие различных мер государственной поддержки (программа льготной ипотеки, кредитование на льготных условиях, рост субсидий, направленных на создание жилья, для программы расселения аварийного фонда) помогло смягчить ситуацию на рынке недвижимости, но не было достаточно эффективным для того, чтобы полностью нивелировать ущерб, нанесенный COVID-19.

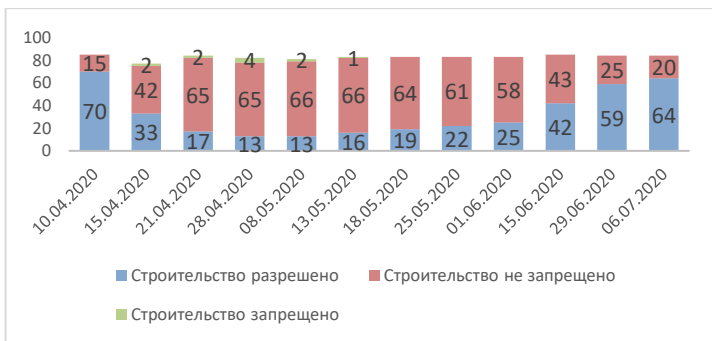


Рисунок 1. Динамика закрытия строительных объектов в РФ с апреля по июль 2020 года, по количеству субъектов РФ

Подводя итоги, можно сделать вывод, что коронавирус прямым образом повлиял на строительную отрасль, причем как на сами объекты строительства и стройплощадки, так и на связанный с ними рынок недвижимости. Для выхода из сложившегося состояния с минимальными потерями, все сферы деятельности, включая строительство, должны принимать меры по смягчению последствий. Также следует подготовиться к подобной ситуации во избежание возникновения нового экономического кризиса в непредвиденной ситуации. В данный момент активно ведется работа по внедрению во все направления жизни больше дистанционного формата и цифровых технологий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Пахомов, Е.В.* Текущее состояние строительной отрасли РФ / Е.В. Пахомов, М.С. Овчинникова // Молодой ученый. – 2019 – №2 (240) – С. 255-260.
2. Результаты опроса «Влияние пандемии коронавируса на деятельность подрядчиков в строительстве» // НОСТРОЙ, новости СРО, саморегулируемые организации в строительстве, саморегулирование, объединение строителей [Электронный ресурс].
3. *Трегубова, В.М.* Компьютерные технологии и дистанционная занятость работников/ В.М. Трегубова //Социально-экономические явления и процессы. – 2013. – №. 2(048). – С. 117-120.
4. *Чадкина, Я.А.* Удаленная работа в проектировании строительства/ А.Ю. Славина, Д.Б. Терешенко, М.З. Жумаев, Я.А. Чадкина // Наука и бизнес: пути развития. – 2019. – № 2(92). – С. 138-140.

СЕКЦИЯ ТЕХОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Студент магистратуры 1 года обучения 22 группы ИСА Тарасенко И.С.
Научный руководитель- доц., канд. техн. наук, доц. А.А. Гончаров*

ТРАНСФОРМИРУЕМАЯ ШАРНИРНАЯ УНИВЕРСАЛЬНАЯ ОПАЛУБКА

Данная модель опалубочных систем относится к разборно-переставной, мелкощитовой, инвентарной опалубке для возведения монолитных железобетонных конструкций. Имеет возможность быть использованной в виде контурной опалубки стен, колонн и прочих несущих и не несущих элементов конструкций различного типа строительства, а также в виде поддерживающей опалубки [1].

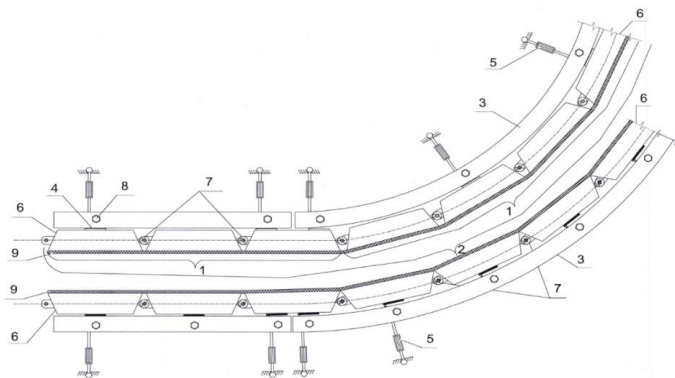
Главной задачей такой опалубки является, возможная вариативность конфигурации в зависимости от сложности объекта. Трансформируемая шарнирная опалубка, может повторять контур сложных конструкций, не только зигзагообразных, но и дуговых форм. (рис.1).

Технические задачи такой опалубки обеспечиваются за счет шарнирных соединений между опалубочных щитов, которые образованы каркасом из ребер жесткости. Шарнирные соединения являются съемными и разборными [2]. Щиты закрепляются кронштейнами, имеющими пазы для устройства полок жесткости, к которым, устанавливаются тяги, с целью регулирования конфигурации щитов. От нагрузок конструкции, по отношению к которой применяется данная опалубка, напрямую зависит, какой будет толщина материала щитов и расстояние между кронштейнами и ребрами жесткости. Щиты могут быть изготовлены как из составных элементов деревянных досок, различных форм, так и из щитов разнообразных гибких материалов: фанеры, металла и т. д.

Щиты, элементы которых также соединены шарнирами, могут быть заменены без разборки, что позволяет изменить конфигурацию системы треугольника на дугу или с выстроенной под прямым углом на искривленную. Такая система замены щитов и их элементов позволяет иметь преимущество в виде ускоренной сборки [3].

Мелкая детализация представляет собой металлические тяги, имеющие резьбовой механизм, позволяющий регулировать натяжение, а также шарнирное соединение у основания, которое задает наклон опоры. Вторым элементом является кронштейн, также выполненный из металла углового профиля с пазами для ребер жесткости и полками для

фиксации тяг, способствующих ускоренной установке сборных элементов опалубки через 1 и более секцию, вариация которой зависит от конфигурации конструкции. Помимо шарниров, щиты также фиксируют болтами, а между, стыки щитов герметизируют пленкой.



1-отдельные щиты, 2-палуба, 3-ребро жесткости, 4- кронштейн, 5-тяга, 6-отдельный элемент, 7-шарнир, 8- болт, 9- пленка.

Рис. 1. Схема опалубки

Преимущество представляется в сравнении, первым из которых приводится в конкурентоспособности со стандартной мелкощитовой опалубкой, не имеющей возможности повторять дугообразный контур или криволинейную форму без (частичного или полного) разбора и добавочных элементов. Сборка может осуществляться быстрее шарнирной опалубки, но за счёт перестановки, за которой следует частичный разбор – это нивелируется и даже присутствует вероятность превосходства конкурента. Обе опалубки так же применяются на многократной основе, что уравнивает их в данном аспекте. [4].

Также существует аналогичные шарнирные системы, имеющие свои конструктивные особенности, например, поясные элементы, за счет которых осуществляется изменение кривизны конструкции, а ее элементы, расположенные напротив друг друга, могут сближаться за счет поперечных стяжек. Недостатками такой системы является элементы жесткости, ограничивающие диапазон кривизны и сложность в сборке и регулировке.

Следующей системой представляет собой модульные каркасные щиты, которые соединены между собой шарнирами. Щит изготовлен из высокопрочного прессованного сплава с прямоугольным козырьком и v-

образной впадиной для зажимающего механизма. Они рассчитаны на изменения угла поворота, благодаря шарнирным петлям. Такой конструктив близок к данной модели, однако, имеет один существенный недостаток, заключающийся в узкой области применения, а конкретнее, ее используют, преимущественно при формировании углов стен, т. к. для стен есть более практичные варианты, а для криволинейных форм данный вид не подходит, поскольку имеет возможность стыковать только прямолинейные участки.

Трансформируемая шарнирная универсальная опалубка исключает, приведенные выше, недостатки своих предшественников, так как создана путем их анализа [5]. Она выигрывает по времени и функционалу, но является недооценённой. Причин тому несколько: первая-это нежелание развивать данный вид технологий отдельными предприятиями, потому что есть устоявшиеся гиганты в этой индустрии, которых придерживается весь мир, а интересы данных компаний не совпадают с такими системами, поскольку они направили свой курс на глобализацию. А это, как правило, унифицированные здания и сооружения, не имеющие нестандартных форм. Второй причиной является некий консерватизм, так как привычка пользоваться уже проверенными и освоенными технологиями, на первый взгляд, всегда проще. Из-за чего попыток воспользоваться (данного вида) системой, практически отсутствует.

Для популяризации данной системы, требуется демонстрационными показами (реклама и 3d визуализация с макетированием) заинтересовать общественность, что даст повод, для привлечения крупных спонсоров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Патент «Трансформируемая шарнирная универсальная опалубка» Никитин В.В.
2. Professional building systems мелкощитовая опалубка хси
3. Интернет-источники различных опалубочных систем, включающих в свой конструктив, шарнирные элементы.
4. *Антилов С.М.* Опалубочные системы для монолитного строительства. Издательство АСВ 2005 г.
5. *Баусин В.В., Казарян Р.Р.* Использование полимерной (пластиковой) опалубки как основной при возведении монолитных зданий // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2021. № 4 (1040). С. 40-

ВОЗВЕДЕНИЕ ТИПОВОГО ЭТАЖА МОНОЛИТНОГО ЗДАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРНОЙ ОПАЛУБКИ

Современное строительство очень разнообразно, оно постоянно совершенствуется, разрабатываются новые методики и технологии возведения зданий, но существует несколько основных видов возводимых зданий и сооружений. Доля монолитного строительства на рынке Российской Федерации составляет 19% от всех видов возведения зданий, в Москве этот показатель приравнивается к 60%. Так же стоит упомянуть, что в таких странах, как США и Китай и в большинстве странах Европы монолитное строительство очень популярно среди различных застройщиков. [1] Монолитное строительство имеет ряд минусов, основными проблемами являются: 1. Большие трудозатраты 2. Использование дорогостоящей техники (башенный кран) Одной из основных проблем современного строительства является проблема плотной застройки крупных городов из-за чего строительство часто происходит в стесненных условиях, а, следовательно, мало места под складирования материалов, в том числе и опалубки, что негативно влияет на скорость и экономичность строительства. [2] Некоторые компании-производители опалубочных систем разрабатывают и улучшают пластиковую опалубку, которая отвечает всем требованиям высотного монолитного строительства, которая может помочь решить проблемы монолитного строительства. Наиболее успешно это реализовывают немецкая компания Pegi и итальянская Geoplast. Данная опалубка имеет ряд преимуществ, позволяющих упростить и улучшить строительство монолитных зданий, а также решить некоторые проблемы монолитного строительства. К таким преимуществам можно отнести такие свойства как:

1. Малый вес опалубки, который позволяет переносить опалубку без использования дорогостоящего крана на место монтажа, что так же уменьшает время монтажа и трудозатраты. Помимо этого, опалубка не требует много места для складирования, что очень поможет при строительстве в стесненных условиях. Малый вес опалубки позволяет повысить безопасность труда в строительстве. [3]

2. Ремонтпригодность. Опалубку можно починить прямо на объекте без использования какой-либо техники. 1

3. Универсальность и простота монтажа. Как заявляет производитель, монтаж опалубки неимоверно прост и не требует специальной подготовки рабочего.

4. Невосприимчивость к плохим климатическим и погодным условиям. Благодаря тому, что в конструкции опалубки отсутствует дерево и металл, ее можно использовать в любом климате, в любую погоду. [4]

5. Высокая оборачиваемость. Производитель Peri заявляет, что опалубка может использоваться до 500 раз.

6. Экологичность. Производство опалубки, по заявлению производителей, безвредно для экологии, а также опалубка полностью перерабатываема. Взяв за пример возведение типового этажа монолитного офисного здания был произведен расчет календарного графика с использованием крупнощитовой металлической опалубки и полимерной опалубки Peri DUO. Ниже представлен календарный график возведение типового этажа с использованием крупнощитовой опалубки (Граф. 1).

Взяв за пример возведение типового этажа монолитного офисного здания был произведен расчет календарного графика с использованием крупнощитовой металлической опалубки и полимерной опалубки Peri DUO. Ниже представлен календарный график возведение типового этажа с использованием крупнощитовой опалубки (Рис. 1).



Рис. 1. Календарный график возведение типового этажа с использованием крупнощитовой опалубки.

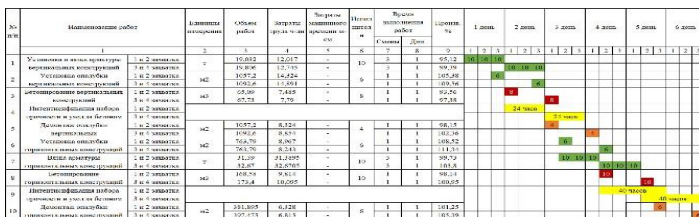


Рис. 2. Календарный график возведение типового этажа с использованием полимерной опалубки.

Таким образом, в результате сравнения двух календарных графиков можно сделать вывод, что использование полимерной опалубки может 2 сократить время работы, уменьшить трудозатраты и количество человек в бригаде, а, следовательно, увеличить экономичность производства работ [5]. Также стоит отметить, что применение данной опалубки может увеличить безопасность труда в строительстве, в связи с отсутствием необходимости использовать краны для монтажа и транспортировки опалубки. Перспективная и многофункциональная полимерная опалубка позволяет решать множество проблем при возведении монолитных сооружений. Её постепенно тестируют различные компании в разных странах. Она позволяет работать в стесненных условиях, в неблагоприятных климатических условиях, позволяет сократить количество монтажников из-за лёгкости монтажа данной опалубки, она позволяет избежать некоторые несчастные случаи на производстве. Учитывая плотность застройки и малые строительные площадки во многих городах Российской Федерации, а также взяв во внимание различный климат на территории России, следует обратить внимание на использование полимерной опалубки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Статья: «Доля монолитного домостроения» Единый ресурс застройщиков, источник: журнал «ЕРЗ.РФ»
2. *Анпилов С.М.* Опалубочные системы для монолитного строительства. Издательство АСВ 2005 г.
3. Технологичная опалубка PERI / [Электронный ресурс]. // Москва.ру - 2020. - Электрон.дан. - Режим доступа: <https://www.peri.ru/products/.opalubka.html/> - (дата обращения: 15.08.2020);
4. Geoplast продукция / [Электронный ресурс]. // Москва.ру - 2020. Электрон.дан. - Режим доступа: <https://www.geoplastglobal.com/ru/produksiya/opalubka..> - (дата обращения: 20.08.2020).
5. *Баусин В.В., Казарян Р.Р.* Использование полимерной (пластиковой) опалубки как основной при возведении монолитных зданий // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2021. № 4 (1040). С. 40-43.

Студентка магистратуры 2 года обучения 21 группы ИСА Яковлева А.А.

Научный руководитель – проф., д-р. техн. наук, проф. Р.Р. Казарян

РОЛЬ ВИЗУАЛЬНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК ПРИ СОГЛАСОВАНИИ С ЗАКАЗЧИКОМ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ ВОЗОБНОВЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Недостроенные объекты являются основной проблемой любого города. Они не только приносят дискомфорт жителям, но и рушат надежды населения на новые квартиры, медицинские центры, детские сады и школы. Пока инвесторы теряют денежные средства, сами строения начинают терять свои прочностные характеристики, со временем разрушаясь [1, 2].

Анализ Счетной палаты, проведенный по состоянию на 2020 год показал, что количество недостроенных объектов в нашей стране составляет 6 556.

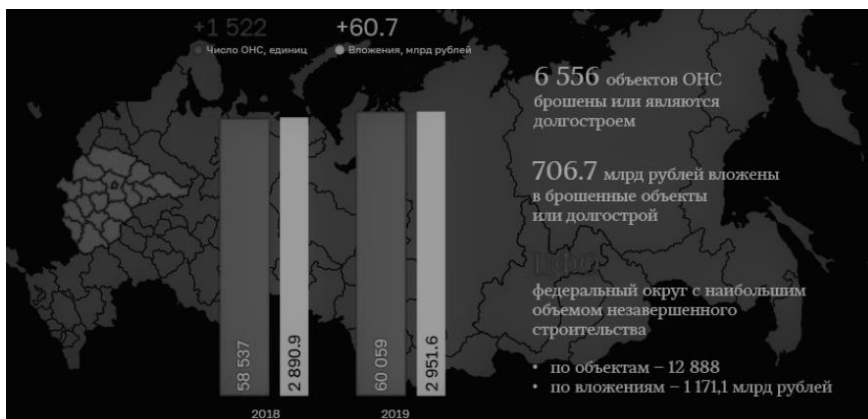


Рис. 1. Данные анализа счетной палаты РФ

У проблемы «недостроенов» есть два пути решения: либо снос уже построенного здания и подготовка его под новое строительство, либо возобновление строительства на уже существующем объекте. Второй способ является приоритетным особенно в тех случаях, когда здание находится в высокой и завершающих стадиях строительства. Однако, в

данной ситуации возникает проблема, заключающаяся в необходимости усиления конструкций [3, 4, 7, 9].

Чаще всего инвестор заинтересован в сохранении существующего здания и предпочитает принимать участие в принятии предпроектных решений по усилению существующих конструкций. Существует классификация видов усиления: все подразделяется на 4 крупных группы:

- Методы, восстанавливающие несущую способность
- Методы, увеличивающие несущую способность
- Методы, применяемые для разгрузки существующих конструкций
- Специальные методы усиления конструкций

Каждая группа включает в себя значительный перечень технологий. Любой инвестор заинтересован в сохранении своих ресурсов: как материальных и временных, так и в обеспечении геометрической неизменяемости и общей устойчивости всего здания. При обосновании любого метода усиления железобетонных конструкций значительная роль отдается основным показателям каждого метода усиления, предложенного проектировщиками, а именно в предоставлении технико-экономических показателей с подробной оценкой каждого и отображением возможных изменений в полезной площади здания. Основными технико-экономическими показателями в таком случае являются: параметры конструкции усиления, масса усиления, несущая способность после усиления, затраты по усилению одной единицы и применение ряда других показателей. Верное соотношение данных параметров позволяет выполнить оценку эффективности увеличения несущей способности конструкции после усиления [5, 6, 8, 10].

Применение метода визуального отображения позволяет сократить процесс согласования технических решений с Инвестором и исключает необходимость в корректировке проектной документации для пересмотра конструктивных решений, а также обеспечивает уверенность в принятом методе усиления железобетонных конструкций [11]. Опираясь на результаты анализа всех возможных методов усиления, можно сделать вывод о том, что более подробное изучение данной проблемы с целью отображения представленных результатов для всеобщего использования Проектными институтами является приоритетной и актуальной задачей [7, 8].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации.
2. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
3. ГОСТ 32016-2012 Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Общие требования
4. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции.
5. *Гучкин И.С.* Техническая эксплуатация и реконструкция зданий / Учебное пособие: -М.: Издательство АСВ, 2011. – 296 с.
6. *В. С. Плевков, А. И. Мальганов, И. В. Балдин* Оценка технического состояния, восстановление и усиление строительных конструкций инженерных сооружений., 2010 г. — 314 стр.
7. *Юдина А.Ф.* Реконструкция и техническая реставрация зданий и сооружений: учеб. Пособие для студ. Учреждений сред. Проф. Образования / А.Ф.Юдина – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 320 с.
8. Структура объектов незавершенного строительства на региональном и федеральном уровнях / [Электронный ресурс]. // Москва.ру – 2020. – Электрон.дан. – Режим доступа: <https://ach.gov.ru/infographics/struktura-obektov-nezavershennogo-stroitelstva-na-regionalnom-i-federalnom-urovnyakh> - (дата обращения: 19.11.2020);
9. *Kazaryan R.R.* Regarding some aspects of economic feasibility for the transport integrated use in favor of environmental security // MATEC Web of Conferences 170,05001, 2018, 050011;
10. *Ziyaltdinova, G. Kazaryan, R.* Non-collapsible and collapsible systems for finishing buildings, constructions and their indoors// Journal of Physics: Conference Series 365(6), 062007, 2018, 62007
11. *Kazaryan, R.R.* The “Man-technology-environment” system in the management of transport service of construction industry // MATEC Web of Conferences Volume 193, 01008, 2018; 01008

АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ МОНОСТРЕНД ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В развитие технологий строительства большепролетных зданий перед проектировщиками возникли задачи по увеличению пролетов и консольному бетонированию. Перспективным решением данных задач на сегодняшний день является применение системы моностренд для армирования изгибаемых железобетонных элементов.

Настоящая работа направлена на систематизацию аспектов применения системы моностренд для армирования изгибаемых железобетонных конструкций.

В теплых условиях в пластиковую трубку, изготовленную под размер арматурного каната, вставляется со смазкой семипроволочный канат. Далее на концах каната устанавливаются анкерные приспособления. Таким образом получается моностренд, выпускаемый бухтами (рис.1).



Рис. 1 Моностренд в бухтах

Монострендами можно бетонировать преднапрягаемые плиты перекрытия. Канаты могут быть неограниченной длины, на всю длину здания. Моностренды укладываются в ходе изготовления железобетонного элемента (рис. 2). Для постнапряжения разработаны легкие гидравлические домкраты, легко переносимые рабочим. После затвердевания бетона домкрат надевается на канат и упирается в анкер, заранее поставленный. Затем моностренды по отдельности натягиваются. [1-5]



Рис. 2 Раскладка монострендов

Для выявления аспектов применения системы моностренд выполнен сравнительный анализ традиционного постнапряжения и постнапряжения системы моностренд (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение традиционной системы преднапряжения и системы моностренд

№ п/п	Критерий сравнения	Традиционная система преднапряжения	Система моностренд
1	Инъектирование бетона	Требуется	Не требуется
2	Точность натяжения	Весь пучок натягивается одновременно, есть риск возникновения разброса натяжения канатов в пучке	Канаты натягиваются отдельно, что повышает точность натяжения
3	Коэффициент трения	Высокий	Более низкий (в 3-3,5 раза), следовательно, меньше потери преднапряжения от трения
4	Долговечность	Арматура защищается от коррозии только окружающим бетоном	Пластиковая оболочка с качественным

			антикоррозионным покрытием
5	Возможность подтягивания и замены канатов в период эксплуатации	Отсутствует	Имеется, следовательно, срок службы может быть увеличен
6	Работа арматуры при локальном обрыве	Выход из строя всего каната не происходит	Канат выходит из строя и перестает работать, т.к. усилия передаются за счет анкеров

Таким образом, представлены основные аспекты преднапряжения железобетонных конструкций, армированных монострендами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бардышева Ю.А., Кузнецов В.С., Талызова Ю.А.* Конструктивные решения безбалочных безкапительных перекрытий с предварительно напряженной арматурой // Вестник МГСУ. 2013. №9. С. 44-51.
2. *Ситников С.Ё.* Патент на изобретение №2427686 «Способ изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций и моностренд». М., 2011.
3. *Горбачевский В.П.* Использование отходов производства в подземном строительстве. – М.: НИУ МГСУ, 2019. – 90 с.
4. *Синенко С.А., Мирошникова И.М.* Внедрение методики оценки поставщиков как один из способов сокращения сроков строительства // Системные технологии. 2018. №2 (27). С. 14-19.
5. *Borovskih A.V., Gorbachevskii V.P., Pachomova L.A.* Account of the force resistance in the calculation of reinforced concrete structures // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Vol. 1425. No 012092.

ВОЗВЕДЕНИЕ КУПОЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ МЕТОДОМ ТОРКРЕТИРОВАНИЯ

Строительство не останавливается – ежедневно появляются все новые технологии, совершенствуются существующие. Исключением не является и такое направление в строительстве как бетонные работы. Про метод торкретирования знают не все. Хотя эта технология известна уже много лет. Область ее применения в мире непрерывно увеличивается. Так, например, в настоящее время невозможно представить восстановление бетонных сооружений или ведение подземных разработок без применения торкретирования [1]. Итак, что же такое «торкретирование»?

Торкретирование - метод бетонных работ, в котором раствор под давлением сжатого воздуха (т.е. механически) наносится на бетонную поверхность.

В производстве торкретирование применяется в двух направлениях:

1. Возведение строительных конструкций;
2. Производстве ремонтных работ и нанесении защитных слоев.

Практика показывает, что в отличие от традиционной укладки бетона, торкретирование более экономичный способ. Данный метод часто применяется при строительных и восстановительных работах в зданиях и сооружениях с купольными конструкциями [2].

При производстве работ методом торкретирования по устройству железобетонных пространственных конструкций, бетонная смесь поступает под давлением сжатого воздуха снизу к месту укладки и свободно проходит через крупноячеистую сетку, задерживаясь у слоя из мелкоячеистой сетки, прикрепленной с помощью проволоки к каркасу. Торкретирование производят, в зависимости от пространственного положения каркаса, слоями толщиной в 20-50 мм [3].

Сегодня в Москве этот метод применяется при возведении и восстановлении храмов в рамках правительственной программы «Программа 200». При помощи этого метода возводят или реконструируют купола храмов. Купол – это эффективная форма пространственной конструкции, с помощью которой возможно перекрывать большие пролеты, и которая придает архитектурную

выразительность зданию или сооружению. Купольные конструкции бывают как железобетонные, так и металлические. Существуют разнообразные виды куполов такие как: “луковица”, “поясной”, “овальный”, “парусный” и т. д.

Конструкции из железобетона бывают сборными, сборно-монолитными или монолитными. Зачастую в практике из-за стесненных условий на строительной площадке часто приходится прибегать к методу подъема конструкций на монтажный горизонт. Покрытие храма собирают на земле, после чего купольную конструкцию поднимают с помощью грузоподъемных механизмов и устанавливают в проектное положение [4].

Все же изготавливать криволинейные опалубки на территории строительной площадки для купольных конструкций достаточно материалоемко и трудоемко. В этом случае пневмоопалубка гораздо удобнее, но для ее применения необходим конкретный изготовитель и они не особо надежны, так как существует риск того, что она начнет сдуваться. Вдобавок, с применением пневмоопалубки возможно создавать только единообразные формы, что резко ограничивает область применения данной технологии.

Сегодня в практике современного строительства, чаще всего отдают предпочтение «мокрому» методу, он в большей степени относится к индустриальным методам производства работ. Для снижения объема трудозатрат, уменьшения стоимости, расхода материалов и увеличения качества строительной продукции, предлагается изготовление железобетонных оболочковых конструкций выполнять в специально оборудованных заводских условиях [5].

Данный метод позволит исключить негативные влияния окружающей среды, уменьшить количество «мокрых» процессов на строительной площадке и увеличить качество производимой продукции. Для транспортировки купольных конструкций с завода на строительную площадку, оболочку разбивают на отдельные части – скорлупы, которые производятся с применением технологии торкретирования.

Торкрет-бетонную смесь наносят через пространственный арматурный каркас на одностороннюю опалубку. Наиболее рационально применять стеклофибробетонную несъемную опалубку, с помощью которой возможно придавать любую конфигурацию изделию, с различными радиусами и переходами. Она отличается высокой огнестойкостью, низкой воздухо- и водопроницаемостью, имеет высокие

прочностные характеристики, а также обладает законченным видом под отделку.

Высокая прочность скорлуп достигается путем применения технологии силового-инерциального уплотнения. После чего скорлупы транспортируют на строительную площадку, где их собирают в купол, а швы между скорлупами заделывают тем же классом торкрет-бетона, что и скорлупы. Готовую оболочковую конструкцию при помощи грузоподъемных механизмов поднимают и устанавливают в проектное положение [6].

Возведение купольных конструкций с применением технологии торкретирования и использованием несъемной опалубки позволяет уменьшить значительный объем трудозатрат, производить контроль полноты закрытия металлических элементов пространственного каркаса, уменьшить количество пыли на рабочем месте, а значит затраты на защиту окружающей экологии будут значительно меньше. Так же огромным плюсом возведения оболочек в заводских условиях является наличие возможности обеспечить необходимый температурно-влажностный режим в любое время года.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Рабинович Ф.Н., Баев С.М.* Руководство по применению торкрет-бетона при возведении, ремонте и восстановлении строительных конструкций зданий и сооружений. Шифр М10.1/06. ОАО ЦНИИПромзданий. Москва 2007.
2. *Аракелян Г.Г.* Эко-бетон. Технология и организация восстановления зданий и сооружений. Изд-во: М.: Строиздат., 2004 г. 152 с.
3. *Абсиметов В.Э. Панченко Л.А.* Пространственные тонкостенные конструкции на основе стеклофибробетона // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. № 1. С.28-29.
4. ТУ 5745-001-16216892-06. Торкрет-бетон- Технические условия. М.: ЗАО Служба защиты сооружений. 2007.
5. *R. Kazaryan, E3S Web Conf., 33. 02071 (2018).*
6. *Кунин Ю.С., Абрамов И.Л., Забелина О.Б.* Влияние соблюдения проектной технологии сборки каркасных купольных покрытий на качество построенного объекта и его эксплуатационные свойства // Инженерный вестник Дона. 2019. № 6 (57). С. 52.

*Студент магистратуры 1 года обучения 21 группы ИСА Аветисян Р.Т.
Студентка 4 курса 15 группы ИСА Билонда Трезубова Е.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. Т.К. Кузьмина*

АНАЛИЗ МОДУЛЬНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

В настоящий момент не только в России, но и в мире остро строит вопрос жилых зданий. В прошлом веке благодаря техническому развитию появилась возможность использовать индустриальные методы возведения зданий. Индустриальные методы возведения зданий позволяет в максимально сжатые сроки вводить объекты в эксплуатацию.

Модульное домостроение – это индустриальный способ возведения жилых и общественных зданий. Основная суть заключается в переносе трудоемких процессов в заводские условия. На сегодняшний день известны технологические линии, позволяющие в заводских условиях производить блоки готовность до 100%. На строительной площадке остается только произвести пуско-наладочные работы. Модульные блоки ранжируются по следующим типам (рис. 1):

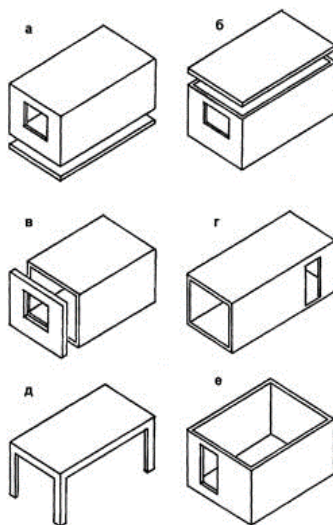


Рис. 1. Типы объемных блоков.

а – колпак, б – стакан, в – лежачий стакан, г – труба, д-е – кольцо.

По назначению:

- блок-квартиры (крупногабаритные);
- блок-комнаты (мелкогабаритные);
- блок-лестница;
- блок-фундамент;
- блок санитарно-технического назначения;

По виду опирания:

- по четырем точкам блока;
- по контуру блока;
- по двум продольным стенам блока;
- по двум поперечным стенам блока;

По способу изготовления:

- монолитные;
- сборные;

В 80-ых годах прошлого века на территории СССР было задействовано 20 заводов по изготовлению жилых блок-форм. На сегодняшний день один из оставшихся заводов расположен в Краснодаре. [1-2]. Данный завод, благодаря своей технологической линии способен произвести 50 объемных блоков в сутки [3-5]. С 2005 года модульные жилые здания, возводимые из продукции Краснодарского предприятия, возводятся только в 16 этажей с тремя секциями за месяц. Опыт зарубежных стран свидетельствует о более широком применении модульного строительства.



Рис. 2. Процесс монтажа модуля в проектное положение

На основе сложившегося опыта можно выделить преимущества и недостатки

Преимущества:

- качественная отделка и монтаж инженерных сетей;
- сокращение трудоёмкости на строительной площадке за счет высокой механизации работ в заводских условиях;
- возведения зданий в сжатые сроки;
- уменьшение количества отходов во время строительства;

Недостатки:

- Дорогое и сложное оборудование для производства объемных блоков;
- Отсутствие массового производства;
- сложность транспортировки в городских условиях;

В результате проведенного аналитического исследования можно сделать следующее заключение: модульное домостроение имеет место в строительстве как малоэтажного сегмента, так и жилых, многофункциональных зданий. Опыт зарубежных стран доказывает, что модульное домостроение экономически выгодно, что позволит государству в кратчайшие сроки обеспечить жильем население нашей страны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Захарова М.В., Пономарев А.Б.* Опыт строительства зданий и сооружений по модульной технологии // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2017. –Т. 8, № 1. – С. 148–155.
2. *Аветисян Р.Т.* Перспективы развития объемно-блочного домостроения в России // Дни студенческой науки – 2020. Стр. 1256-1258.
3. *Липидус А.А., Аветисян Р.Т., Мирзаханова А.Т., Казарян Р.Р.* Перспективы развития BIM технологий на территории российской федерации // Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы - 2019. С. 331-334.
4. *Курбанов З. А., Пономарев А. В., Овсянников С. В.* Объемно-блочное домостроение: история и современные тенденции // Избранные доклады 62-й университетской научнотехнической конференции студентов и молодых ученых. Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет. 2016. С. 841-845.
5. *Олейник П.П., Бродский В.И.* Организация строительства как вид работ, влияющих на безопасность объектов // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. –№ 7. – С. 71–75.

ВОЗМОЖНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ МЕТОДА ПОДЪЕМА ПЕРЕКРЫТИЙ С ПОЭТАЖНОЙ РАССТАНОВКОЙ КОЛОНН КАК АЛЬТЕРНАТИВЫ СБОРНОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

Наиболее распространенными методами в настоящее время являются сборное и монолитное строительство. Сборное строительство представлено панельным и каркасно-панельным [1, 2].

Сборное строительство использует готовые изделия и сводит к минимуму мокрые процессы. Необходимо применение специального монтажного оборудования и кондукторов. Учитывая преобладание монтажных процессов, сборное строительство требует наличия высококвалифицированного рабочего персонала [1, 2]. Каркас сборного здания по времени готовности будет опережать монолитное строительство в 1.5-2 раза, что обеспечивается монтажом готовых изделий и меньшим количеством мокрых процессов.

В качестве возможной альтернативы сборному строительству существует метод подъема перекрытий. Одна из самых распространенных вариаций подъема перекрытий заключается в постепенном наращивании колонн и подъеме перекрытий с нулевой отметки, начиная с самой верхней. [3].

Существует вариант применения технологии подъема перекрытий с поэтажной установкой колонн. Данный метод включает изготовление пакета перекрытий на нулевой отметке и последующий подъем каждой плиты на свою отметку с помощью подъемных устройств [4]. Монтаж колонн - поэтажный. Задействование гусеничного и башенного кранов отсутствует.

В подготовительный этап входят возведение лифтовой и лестничной шахт с опережением на 8 этажей, а также пакет перекрытий. Между плитами предусмотрены разделительные слои.

После пробного подъема пакет перекрытий перемещается чуть выше отметки самой нижней плиты, потолка первого этажа, для размещения колонн на этаже. Расстановка колонн производится на специальной тележке. Крепление колонн к перекрытиям производится сварным швом металлических опорных площадок колонны и перекрытия. Перед сваркой колонна выравнивается.

Как только выполнена сварка всех стыков, выполняется подъем временных опор с оборудованием при помощи электролебедки. В качестве основания под временные опоры служит металлическая балка, располагающаяся в специальном технологическом отверстии в верхней части колонны [4].

Таблица 1.

Затраты труда и времени технологических процессов по возведению 1 яруса несущих конструкций.

Наименование процесса	Единица измерения	Объем работ		Затраты труда, чел.-час (маш.-час)		Затраты времени, часы	
		Вариант 1	Вариант 2	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 1	Вариант 2
Вспомогательные процессы	1 шт. груза	96	-	130.6	-	60	-
Установка колонн	1 колонна	96	48	4.8	244.8	4	60
Устройство плит перекрытий	1 элемент	4	312	4.44 маш.-час	254.8	4	72
Сварочные работы	1 погонный метр	44.9	121	458.3	115.2	77	144
Омоноличивание стыков	м ²	-	37	-	56	-	120
Общее количество				598.14	670.8	145	396

На основе имеющихся данных о трудозатратах и машинном времени двух методов возведения зданий, подъема перекрытий (далее в Таблице 1 - Вариант 1) и монтажа конструктивных элементов универсального безбалочного каркаса (система КУБ, далее в Таблице 1 - Вариант 2) было проведено сравнение этих показателей.

В качестве рассматриваемой модели было выбрано 12-ти этажное здание с площадью типового этажа 670 м². Для удобства сравнения рассматривалось возведение первого яруса здания (4 этажа). Способ возведения ядра жесткости был принят одинаковым у сравниваемых методов [5].

Перечень технологических процессов и их показателей для сравниваемых методов приведен в таблице 1.

На основе данных из Таблицы 1 видно, что метод подъема перекрытий с поэтажной расстановкой колонн позволяет значительно уменьшить временные и трудовые затраты возведения несущих конструкций здания, что демонстрирует возможность и эффективность внедрения технологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Блажко В.П., Бубис А.А., Смирнова Л.Н., Тихонов И.Н., Тихонов Г.И.* Способ возведения крупнопанельных зданий и сооружений // Патент RU 2696730 С1. 2019
2. *Афанасьев А.А.* Технологии возведения сборно-монолитных каркасных зданий при отрицательных температурах // ВЕСТНИК МГСУ - 2012. - №4. - С. 175-180.
3. *Pavel V. Gaidukov and Evgeny M. Pugach.* Technological aspects of lift-slab method in high-rise-building construction // E3S Web of Conferences 33. 2018. doi: 10.1051/e3sconf/20183302068.
4. *Dmitriy Lyalin and Evgeniy M. Pugach.* Lift-Slab Method - Alternative for Construction in Conditions of Dense Urban Development // Proceedings of the XIII International Scientific Conference on Architecture and Construction. 2020. doi: 10.1007/978-981-33-6208-6_56.
5. *Кадочкина А.С., Сегаев И.Н.* Метод подъема перекрытий и этажей // Аллея науки. 2017. Т. 2. № 10. С. 181-184.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УКРУПНЕННЫХ СТЕНОВЫХ БЛОКОВ В ИНДИВИДУАЛЬНО-ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

На сегодняшний день проблема жилищного строительства является одной из наиболее острых в России. Согласно исследованиям А. Аганбегяна на тему социально-экономического развития России, для ее решения ежегодно требуется вводить в эксплуатацию около 200 млн. кв. м жилой площади [1]. В современных условиях конструктивные решения многослойных стен малоэтажных домов имеют огромное разнообразие: в качестве строительного материала применяются дерево, кирпич, разновидности бетона и блоков из него, сэндвич-панели и т.д. [2]. При этом традиционным решением в России для возведения несущих конструкций считается использование кирпичной кладки, что является одним из самых трудоемких процессов в строительстве [3]. Внедрение эффективного метода возведения стеновых конструкций из крупноформенных блоков в середине прошлого столетия вызвало изменение конструктивных решений, методов и организации производства работ в отечественном домостроении [4].

Идея возведения крупноформенных малоэтажных домов остается актуальной. На основе опыта применения кирпичных блоков отечественными исследователями были предложены усовершенствованные варианты крупноформенных конструкций, которые можно производить для различного предназначения и с заданными физико-техническими характеристиками, что позволит строить здания по типовым и индивидуальным проектам. Это также предусматривает сокращение трудовых и временных затрат.

Первое подробное описание крупноформенных кирпичных блоков заводского изготовления представлено в работе Н.А. Черкасова «Каменные и облицовочные работы» в 1961 г. Описанная конструкция состоит из множества кирпичей, связанных между собой цементным раствором. К недостаткам предложенного варианта можно отнести массивность конструкции, низкую технологичность изготовления, а также большой расход кирпича и раствора [5].

Говоря о более современных решениях крупноформенных блоков с использованием штучных керамических материалов, стоит выделить

модель, предложенную К.И. Мечковским в 2013 г. Конструктивное решение данного элемента достаточно простое и является прямой отсылкой к блоку, описанному в трудах Н.А. Черкасова: стеновой блок состоит из множества кирпичей, уложенных с применением цементного раствора.

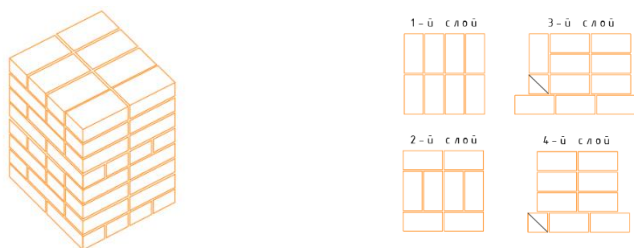


Рис. 1. Укрупненный кирпичный блок Н.А. Черкасова; система перевязки кладки

Существенным отличием является железобетонная основа, служащая поддержкой для кирпичей [6]. Однако конструкция данного блока не предусматривает наличие утеплителя, а необходимые теплотехнические параметры достигаются увеличением толщины стены, что, в совокупности с железобетонной основой, делает стеновой блок массивным и влечет дополнительные затраты

Укрупненный блок, предложенный К.А. Акоповым, также состоит из керамического кирпича и бетона: наружная часть выполнена из кирпича, а внутренняя часть состоит из закладного элемента и ячеистого бетона, соединенных поясом жесткости с отверстиями по краям меньших сторон. [7].

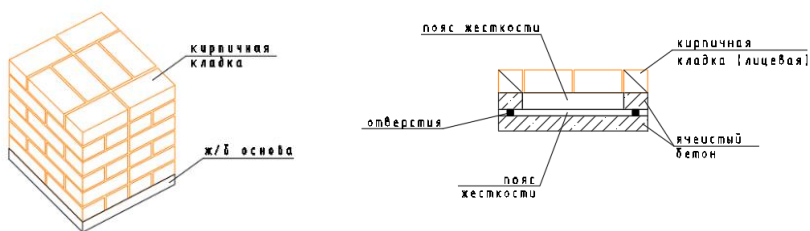


Рис. 2. Слева – кирпичный блок К.И. Мечковского; справа – укрупнённый блок К.А. Акопова

Известны строительные блоки, предложенные С.А. Сироткиным [8] и В.А. Галкиным [9], выполненные из керамзитобетона с наличием утеплителя в составе. Недостатками данных решений являются повышенный уровень затрат на изготовление, монтаж и отделку конструкций.

В результате проработки материала по существующим решениям [10] были выявлены основные задачи для развития стеновых элементов: создание номенклатуры блоков из различных строительных материалов, выбор наиболее оптимальной конструктивной модели, повышение ее качества, энергоэффективности, долговечности и эксплуатационных характеристик. Помимо этого, для сокращения трудозатрат и сроков возведения, необходима корректировка существующих [11] и разработка новых регламентов монтажа, которые бы повысили технологичность работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Петрова З.К.* Основы развития малоэтажного строительства, М. 2013 – 56 с.
2. *Асаул А.Н.* Теория и практика малоэтажного жилищного строительства в России – СПб. 2005 г. – 73-81 с.
3. *Кочеткова М.В.* Рационализация процессов кирпичной кладки. Пенза, 2012 г.
4. *Белозерский А.М.* Объемно-блочное домостроение в России. РОАТ МИИТ, 2012 г.
5. *Черкасов Н.А.* Каменные и облицовочные работы – Госстройиздат УССР, К. 1961 г. – 368 с.
6. *Мечковский К.И.* Кирпичный блок на железобетонной основе. Описание полезной модели к патенту. 2013 г.
7. *Акопов К.А.* Строительный блок. Описание полезной модели к патенту. Новочеркасск, 2005 г.
8. *Сироткин С.А.* Строительный блок из керамзитобетона. Описание полезной модели к патенту. 2011 г.
9. *Галкин В.А.* Керамзитобетонный блок. Описание полезной модели к патенту. 2014 г.
10. *Е.А. Король, Е.М. Пугач, А.Е. Николаев.* Технологическая и экономическая эффективность трехслойных ограждающих конструкций для энергоэффективных зданий – Academia Архитектура и строительство, №5. М., 2009 г.
11. *Prusakova M., Pugach E., Mkrtychyan A.* Enlarged brick blocks as an alternative to masonry - E3S Web of Conferences 157. 2020 г.

ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ВНУТРЕННИХ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ В ЖИЛОМ ДОМЕ

Устройство внутренних инженерных систем является обязательным этапом при строительстве жилого дома. Инженерные сети представляют собой сложную совокупность систем жизнеобеспечения, взаимодействующих между собой. От правильного функционирования инженерных сетей зависит комфорт проживания в доме, поэтому их проектирование, монтаж и обслуживание требуют от специалистов высокой квалификации, знания техники безопасности и установленных норм и правил. Удобство эксплуатации всего объекта значительно зависит от того, насколько профессионально и качественно выполнен монтаж инженерных систем. [1]

Работы по монтажу инженерного оборудования зданий и сооружений включают в себя устройство систем отопления, вентиляции, газоснабжения, электроснабжения, водоснабжения и канализации. Основные узлы систем изготавливаются в заводских условиях. На строительной площадке производится сборка, монтаж и подгонка узлов и деталей. Методы и способы производства строительно-монтажных работ принимают и обосновывают в ППР. [2]

Санитарно-технические работы выполняются, как правило, субподрядными организациями, которые до начала работ совместно с генподрядной организацией должны оформить акт-допуск на производство работ. [3]

Сначала выделим укрупнённую последовательность этапов монтажа, общую для всех объектов и систем:

1. Изучение проекта – ознакомление с чертежами, анализ будущих монтажных работ, составление плана работ.
2. Обеспечение строительной готовности площадки – решение с заказчиком вопросов по строительной готовности участка работ – уборка постороннего мусора, обеспечение возможности доступа бригад и строительной техники, организация электроснабжения и т.д. [4]
3. Подготовительные работы – пробивка отверстий, штробление, демонтаж старых конструкций, подготовка материалов, монтаж гильз,

разметка мест установки креплений, устройство креплений трасс, оборудования и т.д.

4. Монтаж трасс – монтаж кабель-каналов, кабелей, труб, воздухопроводов, фитингов и фасонных частей.

5. Сборка и наладка оборудования – проверка работоспособности кондиционеров, вентиляторов, котлов и т.д.

6. Монтаж оборудования и приборов – установка котлов, вентиляционного оборудования, кондиционеров, радиаторов, щитов в сборе и т.д.

7. Монтаж систем автоматики – установка защитных реле, датчиков, контроллеров и т.д.

8. Пусконаладочные работы – тестовый запуск всей системы и/или отдельных её частей, проведение испытаний. В случае обнаружения неполадок – их устранение.

9. Чистовая отделка – отделочные работы в местах, где трассы и оборудование скрыты панелями, потолками и т.д.

10. Подготовка исполнительной документации – комплектование актов освидетельствования работ, исполнительных схем, документов качества, журналов, протоколов испытаний и т.д. [5]

Более подробно рассмотрим различия в технологии работ по устройству трубопроводов в жилом доме при использовании разных строительных материалов.

Металлопластиковая труба представляет собой композитный материал, состоящий из пяти слоёв. Преимуществом данного вида труб является их малый вес и пластичность. Эти два фактора существенно облегчают транспортировку и монтаж, по сравнению с другими материалами. Пластичность материала позволяет уменьшить количество угловых фитингов при прокладке трубопроводов системы — для устройства поворота достаточно согнуть трубу руками или с помощью инструмента.

Важным недостатком трубопроводов из металлопластика является то, что при воздействии ультрафиолета на внешнюю оболочку значительно сокращается срок службы материала, поэтому наружная прокладка металлопластиковых труб нежелательна. Скрытая же прокладка ведет к усложнению технологическим процессов на строительной площадке. Другим важным моментом при монтаже трубопроводов из металлопластика является то, что их скрытая прокладка допускается только цельным участком или с использованием неразъёмных соединений.

Для металлопластиковых труб наиболее популярны фитинги компрессионного типа, в которых конец трубы фиксируется цангой, обжимающей его вокруг штуцера.

Стальные трубы обладают большим весом, а работы по их монтажу более трудоёмки. Основным способом соединения стальных трубопроводов является сварка. Сварные соединения трубопроводов требуют дополнительное внимание со стороны монтажников, а от качества швов зависит срок будущей эксплуатации системы.

При выборе материалов для устройства трубопроводов необходимо тщательно изучить достоинства и недостатки всех возможных вариантов и сопоставить их с условиями эксплуатации систем. С точки зрения технологичности при проведении монтажных работ и практичности в эксплуатации, на сегодняшний день, лучшим вариантом будет устройство инженерных систем с комбинированным применением материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Зильберова И. Ю.* Модернизация зданий с целью повышения энергоэффективности, комфорта и безопасности проживания, а также продления срока эксплуатации жилых зданий [Электронный ресурс] / Зильберова И. Ю., Петрова Н. Н. // Инженерный вестник Дона. – 2012. – №4 (часть 1). – Ростов н/Д.: Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2007
2. *Олейник П. П.* Организация строительного производства. Подготовка и производство строительно-монтажных работ [Текст]: учебное пособие / П. П. Олейник, В. И. Бродский; Московский государственный строительный университет. – М.: МГСУ, 2014. – 95 с.
3. СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. Приняты и введены в действие с 1 сентября 2001 г. постановлением Госстроя России от 23.07.2001 №80.
4. СП 73.13330.2016 «Внутренние санитарно-технические системы зданий».
5. Нормативные правовые акты при осуществлении государственного строительного надзора: сборник документов. Серия 18. Выпуск 2. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2017 – 124 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В строительстве при проектировании многоэтажных зданий жилого назначения активно разрабатываются различные модели технологических процессов, при помощи которых происходит усовершенствование этих процессов. Совершенствование модели организационно-технологического проектирования способствует повышению эффективности процесса реализации проектов инвестиционно-строительной деятельности. Основной проектно-организационной документацией на строительной площадке является проект производства работ, в состав которого входит календарный график строительства, учитывающий плановые показатели работ производственных бригад. Важной задачей, которую необходимо решить при составлении графика производства работ, является определение наиболее оптимальных сроков продолжительности строительства. Любой строительный процесс начинается с составления проектной документации, включающей календарный план строительства [1]. От качества календарного графика строительства зависит эффективность организации строительного производства [2].

В строительном производстве обеспечения непрерывной, равномерной и полной загрузки рабочих можно достигать при помощи эффективного моделирования технологических процессов. Одна из главных задач моделирования технологических процессов заключается в рациональном распределении трудовых ресурсов. При рациональном распределении трудовых ресурсов можно определить минимальное возможное время, необходимое для выполнения технологического процесса [3]. Так достигается сокращение продолжительности строительства и повышение производительности строительного производства.

Неэффективное моделирование технологических процессов проявляется в процессе строительного производства. Неэффективность характеризуется отсутствием фронта работ, что свою очередь приводит к простоям трудовых ресурсов. Для исключения таких случаев автором статьи предложен алгоритм построения календарного планирования

организационно-технологических процессов при организации строительного производства.

Представим алгоритм нахождения наиболее оптимального срока выполнения процессов отдельными звеньями в бригаде [4].

При наличии заданных величин объемов работ и выбранных методов их производства трудоемкость можно рассчитать по следующей формуле:

$$Q_i = \frac{V_i \text{ Norm}}{8},$$

где Q_i – показатель затрат труда (чел.-дн.);

V_i – объем работы, (m^2 , m^3 , шт.); Norm – норма времени (чел.-дн.);

8 – продолжительность рабочей смены (в часах).

После получения величины затрат труда, необходимых для выполнения процесса, продолжительность работ определяется по формуле:

$$t_i = \frac{Q_i}{k (\max w_i)},$$

где t_i – продолжительность работ;

Q_i – затраты труда (чел.-дн.);

k – количество смен в сутки;

$\max w_i$ – численный состав бригады $\max w_i$, который высчитывают по формуле:

$$\max_{w_i} = \frac{Q_i}{t_{j_i} 8},$$

где Q_i – затраты труда (чел.-дн.);

t – продолжительность выполнения строительного-монтажных работ (чел.-см.);

j_i – планируемый показатель выполнения норм выработки рабочими бригады; 8 – продолжительность рабочей смены (в часах) [3].

Зная численный состав бригады, можно произвести расчет коэффициента производительности p_i , где $p_i \in [0.95; 1.05]$:

$$p_i = \frac{\max_{w_i} k 8}{Q_i},$$

где \max_{w_i} – численный состав бригады; k – количество смен в сутки; 8 – продолжительность рабочей смены (в часах); Q_i – затраты труда.

Представленный алгоритм является частью методики проектирования трудовых ресурсов и будет использоваться для дальнейшей исследовательской деятельности автора по направлению моделирования технологических процессов в жилищном строительстве [5].

Предложенный в настоящей статье метод проектирования трудовых ресурсов при составлении календарного плана строительства позволяет достигнуть следующих положительных результатов: принять во внимание все характерные особенности строительного объекта (или комплекса объектов); вычислить наиболее оптимальный численный и квалификационный состав бригад; с помощью полученных расчетных показателей разработать другие проектные документы, включая внутрибригадные планы строительных работ; скоординировать работу бригад и достигнуть непрерывной, равномерной и полной загрузки трудовых ресурсов в строительном производстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Латидус А. А. Абрамов И. Л.* Календарное планирование производства работ при проектной подготовке организации строительства малоэтажных объектов / Научное образования: 2017. № 4, с. 6-9.
2. *Олейник П. П.* Основы организации и управления в строительстве: [Учеб. пособие] М.: 2014, 200.
3. *Саркисян М. В.* Методика расчета численного и квалификационного состава комплексной строительной бригады / в сборнике: ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры НИУ МГСУ. Москва, 2020. с. 1217-1219.
4. *Юргайтис А. Ю.* Моделирование параметров производственной программы строительной организации. Вестник евразийской наук. 2019. Т. 11. № 5, с. 37-46.
5. *Травуш В.И.* Цифровые технологии в строительстве // Academia. Архитектура и строительство. 2018. №3. С. 107-117.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ПРОЦЕССЕ ВОЗВЕДЕНИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ

На сегодняшний день цифровые технологии являются неотъемлемой частью во всех отраслях, в том числе и в строительстве.

Значительное повышение эффективности строительства в настоящее время связано с использованием цифровых технологий и программных комплексов, позволяющих управлять жизненным циклом возводимых объектов [1].

Цифровые технологии в строительстве раскрывают широкие возможности для создания автоматизированной коммуникационной платформы архитектурно-строительного проектирования, наблюдения за производственными процессами и работой персонала.

Одним из важнейших аспектов строительства в условиях плотной городской застройки является осуществление геотехнического мониторинга за строящимся объектом, окружающей застройкой, инженерными сетями, расположенными в зоне строительства и на прилегающей к ней территории.

Геотехнический мониторинг представляет собой совокупность работ, суть которых заключается в выполнении наблюдений за поведением конструкций строящегося или реконструируемого здания (сооружения), его основания, в том числе грунтового массива, окружающего (вмещающего) здание (сооружение), и конструкций зданий (сооружений) окружающей застройки [2].

Задача такого мониторинга, прежде всего, заключается в установлении при помощи ряда расчетов и обследований причин появления деформаций и определении уровня опасности обнаруженных дефектов для нормальной эксплуатации здания.

Наблюдение за деформационными процессами должно проводиться в соответствии со специально разработанной программой.

К наиболее популярным среди участников строительного процесса разновидностям геотехнического мониторинга относится геодезический мониторинг, который позволяет вовремя выявить деформации объекта, спрогнозировать возможные изменения деформаций (направление и скорость) и принять меры по их предотвращению или устранению.

Результаты измерений, полученные при помощи геодезического мониторинга, отличаются высокой степенью точности и достоверности.

Как правило, процесс геодезического мониторинга проводится в несколько этапов:

1. Изучение участка проведения работ соответствующими специалистами (инженерами);
2. Формирование программы мониторинга (определение состава, объемов и сроков предстоящих работ);
3. Выбор конструкции, места расположения и установка исходных геодезических знаков высотной основы;
4. Высотная привязка исходных геодезических знаков;
5. Установка деформационных марок на здании (сооружении);
6. Измерения деформаций;
7. Обработка и детальный анализ полученных данных;
8. Разработка рекомендаций по устранению обнаруженных дефектов.



Рис. 1. Пример расположения деформационных марок на ограждающих конструкциях

В соответствии с ГОСТ 24846-2012 «Грунты. Методы измерений деформаций оснований зданий и сооружений» и СП 22.13330.2016 «СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений» геодезический мониторинг на объекте строительства в условиях плотной городской застройки включает в себя:

1. Наблюдение за строящимся объектом (выявление осадки фундаментов, относительной разности осадок, крена);
2. Наблюдение за ограждающими конструкциями котлована (на предмет обнаружения горизонтальных перемещений верха таких конструкций);

3. Наблюдение за грунтовым массивом (выявление вертикальных перемещений поверхностных грунтовых марок);
4. Наблюдение за окружающей застройкой (обнаружение дополнительных осадков фундаментов и определение их относительной разности, а также выявление деформаций конструкций, включая размеры образовавшихся трещин);
5. Наблюдение за подземными инженерными водонесущими коммуникациями (дополнительными осадками обечаек люков, колодцев и других конструкций, выступающих на поверхность).

Цифровые технологии используются на всех стадиях осуществления геотехнического мониторинга. Они являются эффективными инструментами, позволяющими решать сложные задачи по сбору и анализу необходимой информации [3].

К примеру, обработка результатов измерений производится при помощи специализированных программ, предназначенных для автоматизации инженерно-геодезических работ, таких как программный комплекс КРЕДО, GeoTerminal, AutoCAD, МенюГЕО на базе AutoCAD, PLAXIS [4].

Таким образом, современные цифровые технологии позволяют обеспечить рациональное, качественное и безопасное проведение строительно-монтажных работ, сократить издержки производственных процессов, повысить эксплуатационную надежность возводимых зданий, что особенно актуально при строительстве по программе реновации в условиях плотной городской застройки [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Корабельникова С.С.* Цифровые технологии как элемент снижения рисков в строительстве // Дискуссия. 2019. №2. С. 18-27.
2. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.
3. *Травуш В.И.* Цифровые технологии в строительстве // Academia. Архитектура и строительство. 2018. №3. С. 107-117.
4. *Липидус А.А., Абрамов И.Л., Мартыанова А.А.* Внедрение цифровых технологий в строительную отрасль. Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы - 2019 / Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 326-330.
5. *Олейник П. П.* Основы организации и управления в строительстве: [Учеб. пособие] М.: 2014, 200.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОРГАНИЗАЦИЮ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЖК «СКАНДИНАВИЯ»

Одним из ключевых факторов воздействия научно-технического прогресса на все области человеческой деятельности является активное применение цифровых технологий. В настоящее время происходит интенсивная интеграция цифровых технологий в различные сферы функционирования – от торговли до управления персоналом. Крайне востребованной областью, на которую цифровые технологии оказывают большое влияние, является сфера управления. Воздействие цифровых технологий инициирует процесс значительных изменений в сфере управления организацией: все решения возможно принимать и выполнять при помощи автоматизированных систем обработки информации [1]. В связи с этим у специалистов, занимающихся управленческой деятельностью, возникает необходимость повышения своей квалификации.

На сегодняшний день практика применения цифровых технологий при помощи компьютеров и современных средств коммуникации весьма обширна. На базе использования различных прикладных программ решаются такие задачи, как ведение бухгалтерского учета, регистрация и хранение корреспонденции и внутренних документов организации, работа с отчетностью, управление персоналом, составление смет и многие другие. Передовые цифровые технологии позволяют также повысить эффективность организации строительного производства. При помощи компьютеров, лазерной и оптической техники, спутниковой связи соответствующим предприятиям (например, жилым комплексам) удается своевременно и в полном объеме получать необходимую для их деятельности информацию [2].

Интеграция в строительное производство цифровых технологий способствует улучшению экономического положения строительных компаний на рынке.

Цель настоящего исследования заключается в изучении влияния цифровых технологий на организацию строительного производства в ЖК «Скандинавия».

Предполагается, что эффективно функционирующие и грамотно подобранные цифровые технологии будут способствовать качественной организации строительного производства.

Проводимое исследование является актуальным, поскольку в настоящее время недостаточным образом систематизированы и проанализированы работы отечественных и зарубежных ученых, посвященные изучению влияния цифровых технологий на строительное производство. Строительство является достаточно специфическим видом деятельности, имеющим свои особенности, а цифровые технологии в современной литературе рассматриваются преимущественно в контексте их применения в сферах образования, спорта, управления и пр. Восполнить данный пробел способно как раз исследование влияния цифровых технологий на организацию строительного производства. Стоит также отметить, что сейчас в России практически в каждом крупном городе интенсивным образом реализуются инвестиционно-строительные проекты, появляется множество жилых комплексов, ввиду чего крайне актуальным является изучение цифровых технологий непосредственно в данной области [3].

Автором настоящей статьи были изучены теоретические исследования, посвященные эффективности функционирования строительных предприятий, которые уже используют в своей деятельности цифровые технологии. Кроме того, проведено практическое исследование внедрения цифровых технологий в деятельность ЖК «Скандинавия». С этой целью рассчитывалась экономическая эффективность внедрения цифровых технологий в деятельности компании, а также сравнивались ключевые показатели эффективности компании до внедрения цифровых технологий и после.

Результаты исследования показали, что эффективное развитие и функционирование строительного сектора невозможно без интенсивной интеграции цифровых технологий. В строительной сфере активно применяются электронные способы получения, обработки, учета, хранения и распространения информации при помощи информационно-коммуникационных сетей. Благодаря цифровым технологиям практически любая информация становится доступной и актуальной. Это помогает наладить процесс организации строительного производства максимально эффективным образом [4].

Цифровые технологии имеют динамичный инструментарий для организации строительного производства, благодаря которому появляется возможность трансляции сообщений и передачи требуемых

сведений для оперативной обработки и применения результатов различных научных исследований. Следует ли говорить о том, что использование классического «бумажного» документооборота значительно проигрывает по сравнению с цифровыми технологиями, отражающими актуальное состояние строительной компании [5].

Так, интеграция прогрессивной системы BMS позволяет ЖК «Скандинавия» значительным образом сэкономить на организации строительного производства и «вписаться» в те ограничения, которые могут предъявлять компании соответствующие подрядные организации. Кроме того, снижаются издержки по эксплуатации и ремонту оборудования ввиду уменьшения воздействия человеческого фактора и исключения капитального ремонта и замены вышедшего из строя дорогого оборудования.

Представленная система будет использоваться в дальнейшей исследовательской деятельности автора при анализе результатов внедрения цифровых технологий в строительное производство (на примере ЖК «Скандинавия»).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Корабельникова С.С.* Цифровые технологии как элемент снижения рисков в строительстве // *Дискуссия*. 2019. №2. С. 24-37.
2. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.
3. *Травуш В.И.* Цифровые технологии в строительстве // *Academia*. Архитектура и строительство. 2018. №3. С. 90-93.
4. *Липидус А.А., Абрамов И.Л., Мартыанова А.А.* Внедрение цифровых технологий в строительную отрасль. Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы - 2019 / Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 300-330.
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU «Механизм функционирования предприятия»

ОСОБЕННОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

В условиях рыночной экономики для достижения определенных заданных результатов необходимо создание предпосылок устойчивого развития строительного предприятия, применение прогрессивной технологии, достижения минимальных издержек и больших показателей эффективности.

При подготовке и производстве строительно-монтажных работ в особых специфических условиях плотной городской застройки в первую очередь важно исследовать и проанализировать выявленные условия и требования:

- необходимость проверочных расчетов существующих и монтируемых конструкций на восприятие ими монтажных нагрузок [1, 2];

- принятие мер по защите существующих инженерных коммуникаций и технологического оборудования от возможных повреждений при производстве строительно-монтажных работ;

- ограничение размеров монтажной зоны и характеристика факторов, которые оказывают влияние на эти ограничения и т. д.

Каждому строительному объекту, возводимому (реконструируемому) в стесненных городских условиях, присущ специальный набор параметров условий стесненности, которые влияют на технологию и организацию строительно-монтажных работ и на выбор проектно-технических решений.

Разнообразие проектных решений зданий и сооружений при реконструкции предприятий отражает классификация. В этой связи рассматриваются два направления проектирования:

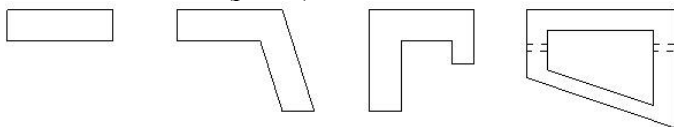
- строительство новых или замена существующих зданий;

- переустройство существующих зданий и сооружений.

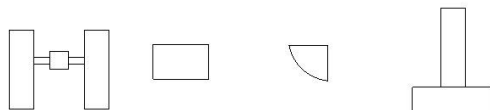
Первостепенным действием при выборе организации и технологии возведения жилых зданий в стесненных условиях (в исторически сложившейся застройке районов города) является анализ, исследование и учет ряда особенностей. Это связано с тем, что строительно-монтажные работы выполняются то ли в условиях близкого окружения эксплуатируемых зданий, то ли в условиях окружения инженерных инфраструктур, зеленых насаждений и т. п. Данные условия

отрицательно сказываются на выборе индустриальных методов производства строительных работ, организации потоков, выборе высокопроизводительных средств транспортной механизации, усложнении схем поставки ресурсов. Условия данного типа можно отнести к внешним факторам стесненности. Кроме этого возникают и внутренние факторы стесненности, которые диктуют принятие определенных объемно-конструктивных решений зданий и сооружений, связанных с невозможностью использования некоторых видов элементов производства (предметов и орудий) труда [3]. При выборе и оценке организационно-технологических ситуаций возведения жилых зданий в условиях плотной городской застройки принимают следующие классификации:

По внутренней среде и конфигурации жилых зданий, выделяют следующие восемь классов (рис. 1) [4]:



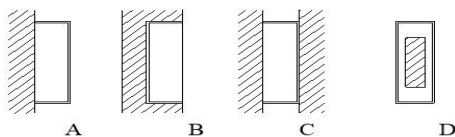
I — рядовые; II — угловые; III—П-образные; IV — замкнутые;



V — составные; VI — точечные; VII—сложной конфигурации; VIII — Т-образные

Рис. 1. Конфигурации жилых зданий

Объемно-планировочные решения накладывают определенные ограничения на выбор организации и технологии строительного производства (рис.2) [5]:



A — пристраиваемые; B — встраиваемые; C — соединяющие; D—объединяющие.

Рис. 2. Типы внешней стесненности зданий

Указанные требования приводят к применению усложненных схем несущего каркаса зданий (рамного, рамно-пило- нового и т. л.), использования мелких ограждающих конструкций и элементов:

— сложная конфигурация объектов в результате складывающихся планировочных решений, а также их ориентации к существующим зданиям приобрели сложную и индивидуальную конфигурацию. Эта особенность требует индивидуального подхода к выбору методов и средств производства работ, многократного монтажа и демонтажа грузоподъемных механизмов, усложняет движение и установку строительной техники [5].

— индивидуальность объемно-планировочных и архитектурно-конструктивных решений зданий. Здания, подлежащие реконструкции, в процессе длительной эксплуатации претерпевали различные перепланировки, перестройки. Кроме того, эти здания в основном строились по индивидуальным проектам. [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Горячев О.М., Прыкина Л.В.* Особенности возведения зданий и сооружений в стесненных условиях. М.: Academia, 2003. Рис., табл. 272 с.

2. *Большаков В.А.* Методы оценки и совершенствования проектных решений реконструкции действующих промышленных предприятий: Автореф. дис. д-ра т.н. (05.23.08) МИСИ. – М.:1992. – 49 с.

3. *Кунин Ю.С., Забелина О.Б.* Строительство учреждений здравоохранения. Особенности разработки генерального плана больничных комплексов. История и перспективы развития // Наука и бизнес: пути развития. 2018. №5 (83). С. 37 – 43.

4. *Соколов В.К.* Реконструкция жилых зданий. – М.: Стройиздат, 1986 – 268 с.

5. *Забелина О.Б., Харичкова Е.В.* Учет факторов, влияющих на качество строительной продукции, при организационно-технологической подготовке строительства // Инженерный вестник Дона. 2020. № 5.

6. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* (с Поправкой, с Изменением N1).

ОСОБЕННОСТИ ДЕМОНТАЖА ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Демонтаж любых зданий и различного рода сооружений, в том числе высотных, представляет собой как правило, снос или разборку всех конструкций объекта, но возможен и частичный демонтаж некоторых конструкций с образованием, в дальнейшем утилизируемых обломков конструкции, завершающим этапом которого является зачистка рабочей площадки от строительного мусора. В зависимости от назначения площадки на которой производились данные работы, производится снос или демонтаж конструкций только наземной части объекта [1].

Демонтаж является неотъемлемой частью жизненного цикла здания или сооружения. Причины демонтажных работ могут быть следующие:

- тотальное повреждение или дефекты конструкций здания;
- физический или моральный износ здания,
- невозможность дальнейшей эксплуатации объекта,
- строительство нового объекта по решению собственника земельного участка на месте уже существующего сооружения, и другие.

В отличии от демонтажа малоэтажных зданий и сооружений, демонтаж высотных построек в условиях городской застройки имеет ряд отличительных особенностей, таких как [2]:

- отсутствие возможности использования обычных способов демонтажа, в связи с большой высотой объекта;
- необходимость учитывать безопасность вблизи действующих объектов, при сносе объекта;
- необходимость проведения полного анализа демонтируемых конструкций для правильного выбора метода и технологии их демонтажа;
- наличие ограниченного пространства рабочего места, что делает невозможным проведение демонтируемых работ даже небольшим количеством рабочих с специализированным инструментом;
- непредсказуемая текущая прочность конструкций ветхих объектов и многое другое.

На данный момент существует несколько способов демонтажа высотных зданий и сооружений в условиях городской застройки:

- метод ручной разборки – представляет собой разбор конструкции на детали и применяется при необходимости демонтажа с постройки элементов различных инженерных коммуникаций, конструкций кровельных покрытий разного типа, а так же при частичном ведении демонтажных работ [3]. Данный метод чаще всего применяется, при наличии стесненных условий рабочей площадки, что не позволяет задействовать другие технологии и делает его часто применяемым при демонтаже высотных сооружений в условиях городской застройки на данный момент (рис. 1.);



Рис. 1. Ручной демонтаж дымовой трубы

- механизированный метод представляет собой полную или частичную валку сооружения, его частей или зданий с использованием тяжелой строительной техники – экскаваторов или подъемных кранов, оснащенных навешиваемым оборудованием в виде шара, молота, клина или гидравлических ножниц. Чаще всего используется при сносе массивных железобетонных конструкций, различных элементов трубопроводных магистралей и конструкций мостовых опор (рис. 2.);

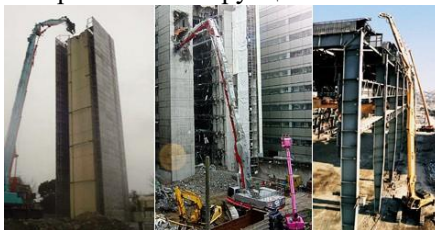


Рис. 2. Механизированный демонтаж зданий и сооружений

- метод демонтажа по технологии «срезать и опустить» является новаторским и подразумевает собой срезание несущих конструкций основания сооружения, и замене срезанных конструкций специализированными домкратами, которые способны выдерживать конструкции весом до 1 200 тонн. После демонтируются оставшиеся элементы конструкции этажа. Мусор, образовавшийся вследствие

данных операций незамедлительно проходит сортировку и покидает рабочую площадку, затем уровень домкратов опускается и происходит переход к демонтажу конструкций следующего этажа (рис. 3.);



Рис. 3. Демонтаж здания по технологии «срезать и опустить»

Основываясь на выводах, полученных при рассмотрении особенностей демонтажа высотных зданий и сооружений можно сказать что мировая практика данной области не стоит на месте и активно развивается [4]. Разрабатываются и все чаще применяются новые методы и технологии, которые позволяют производить демонтаж не только безопасно в условиях городской застройки но и в достаточно короткие сроки с отсутствием дискомфорта для жителей соседних зданий. Данные новаторские методы пока не были применяемы на территории РФ в силу отсутствия необходимости и малой технологической развитости данной отрасли, однако необходимость в них обязательно возникнет, учитывая достаточно быстрый рост высотного строительства в крупных городах [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СТО НОСТРОЙ 2.33.53-2011 СНОС (ДЕМОНТАЖ) ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
2. Колодяжный С. А., Золотухин С.Н., Абраменко А. А., Артемова Е.А. - ВГТУ «Снос зданий и использование материалов, образующихся при реновации городских территорий»
3. Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ» Том 15. Выпуск 2, 2020г.
4. Новые технологии демонтажа высотных зданий и сооружений в Японии: <https://www.oknamedia.ru/novosti/innovatsionnyy-snos-zdaniy-ro-yaponski>
5. Олейник П. П. Основы организации и управления в строительстве: [Учеб. пособие] М.: 2014, 200.

ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫМ ПРОЕКТОМ В СФЕРЕ ЗАСТРОЙЩИКА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Современный мир для девелоперов – это нескончаемый путь препятствий, начиная от бурно развивающегося экономического кризиса, волатильности валют, нескончаемого потока санкций, заканчивая нескончаемой чередой человеческих факторов, которые порою создают трудно преодолеваемые барьеры на пути к успешной реализации очередного инвестиционно-строительного проекта [1].

К радости, технологические оснащения строительного комплекса обрастают все более и более новыми возможностями для преодоления барьеров или вовсе их сокращения.

В современных условиях перед девелоперами стоит следующий перечень проблем [2]:

- 1) Качество проектирования;
- 2) Проблемы ценообразования в строительстве;
- 3) Выбор профессиональной подрядной организации;
- 4) Превышение бюджетов и сроков строительства;
- 5) Качество строительно-монтажных работ;
- 6) Точность подсчета объёмов при приемке выполненных работ.

По моему глубокому убеждению, компаниям необходимо совершить скорее не эволюционный переход к новой системе управления, а революционный. Попробую сформировать список задач, которые необходимо ввести в систему управления ИСП [3]:

1. Переход к информационному моделированию. В этом деле на помощь приходит такая программа, как Revit.

2. Затем девелоперам необходимо сформировать свой модуль по подсчету объемов и стоимости строительно-монтажных работ с помощью программного обеспечения Larith.

3. После перевести календарно-сетевое планирование со стандартного расчета в программном обеспечении Synchro Pro.

4. Также, компаниям необходимо создать свою внутреннюю тендерную электронно-цифровую площадку для отслеживания своих будущих контрагентов (на примере ГК «Основа»).

5. Оцифровка приемки выполненных строительных работ, системы строительного контроля и охраны труда.

Иерархическая модель от создания ИСП до получения проектного финансирования при внедрении современных технологий выглядит следующим образом [4]:

1. Департамент строительства застройщика формирует задание на проектирование, предоставляя информационные требования к модели. Сформированные требования из департамента строительства отправляются в проектную организацию.

2. Проектная организация формирует с помощью Revit информационную модель и передает ее в виде стадий тендерной документации * (ТД) и рабочей документации (РД) к застройщику в департамент управления проектами. (*тендерная документация – это документация, пройденная экспертизой)

3. Предоставленная BIM модель проверяется через программное обеспечение Navisworks. После чего проектная организация устраняет выявленные неточности с последующей передачей застройщику.

4. Затем на основе BIM проекта застройщик формирует базу видов работ с расценками через программное обеспечение Larix (в среднем таких видов работ в районе 5000), после чего производится расчет общего бюджета проекта через программное обеспечение Estimo. На основании выходящих данных происходит процедура предоставления проектно-сметной документации в банк, которой при успешном ходе событий выдает застройщику проектное финансирование.

После утверждения проектного финансирования начинается стадия реализации ИСП.

1. С помощью внутренней тендерной площадки производится поиск подрядчиков.

2. На конкурсной основе определяется победитель, который в последствии подключается к автоматизированной внутренней системе.

3. На основании объединяющей все модули вышеперечисленных технологий программе BIM 360 ведется учет работ, приемка выполненных работ и сопоставление сроков с календарно-сетевым графиком.

Эффективность применения данной системы управления

На этапе проектирования [5]:

1. *Сокращение сроков проверки и приемки рабочей документации по проекту до одной недели;*

2. Снижение количества изменений рабочей документации в процессе СМР на 30%;

3. Минимизация дополнительных объемов по проекту.

На этапе подготовки к строительству:

1. Точность расчета бюджета на ранних стадиях проекта (ТД) – до 90% от бюджета на стадии РД;

2. Снижение риска выбора недобросовестного подрядчика.

На этапе строительного-монтажных работ:

1. Реальный управленческий контроль за сроками и стоимостью строительства в 5D;

2. Уменьшение трудоемкости и повышение достоверности результатов строительного контроля;

3. Доступность данных результатов строительного контроля для их последующего анализа;

4. Повышение точности подсчета объёмов при приемке выполненных работ;

5. Исключение ситуаций с ошибочной повторной приемкой объемов.

Итак, каждая компания – это отдельно взятый организм со своей, как у снежинок, неповторяющейся структурой. И что для одной компании хорошо – для другой может быть «смертельно» опасно.

Инструментов для совершенствования инвестиционно-строительных проектов много. Осталось дело за малым – подобрать подходящую себе управленческую систему и действовать! Виктор Цой пел: «...Дальше действовать будем мы!» Прислушаемся и вперед! Строители – двигатели земного шара!

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. «Smart BIM в О и В. Информационное моделирование в отоплении и вентиляции.» - А.М. Зиганшин, М.Г. Зиганшин. 2019 г.
2. «BIM-моделирование как элемент современного строительства.» - Е.С. Рахматуллина. 2017 г.
3. Электронная статья: «BIM для жизни» <https://ardexpert.ru/article/18789>
4. «Проблемы внедрения BIM-технологий в строительном секторе: обзор научных публикаций.» 2019 г.
5. «Цифровые технологии в строительстве» - В.И. Травуш. 2018 г.

Студент магистратуры 2 года обучения 21 группы ИСАм Мкртчян А.М.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук Е.М. Пугач

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ КАМЕННОЙ КЛАДКИ

Процесс устройства каменной кладки маломеханизированный и трудоёмкий [1]. В связи с его востребованностью, должны быть найдены способы повышения производительности.

Повысить эффективность выполнения операций по устройству каменной кладки можно за счет использования эффективных организационных моделей, повышения уровня квалификации каменщиков, усовершенствования механизмов и приспособлений упрощающих выполнение операций кладки [2].

Для выполнения процесса каменной кладки существует множество различных стандартных приспособлений, влияющих на отдельные операции: кельма, растворная лопата, молоток-кирочка, киянка, расшивка, а также инструмент для проверки кладки – отвес, правило, шнуры-причалки, скобы, уровень, порядовки и др. [3].

В среднем, объем кирпичной конструкции, устраиваемой каменщиком в день для кладки в 1 кирпич, составляет 2,5 м³, 1 ½ кирпича - 3,1 м³, 2 кирпича – 3,5 м³ [4].

Существующие эффективные рабочие и контрольно-измерительные инструменты, позволяющие интенсифицировать процесс кладки, несмотря на определённые преимущества, не находят массового применения в профессии.

С целью определения направлений по совершенствованию процесса каменной кладки за счет использования эффективных приспособлений необходимо рассмотреть существующие решения и особенности их применения.

На этапах осуществления процесса каменной кладки, таких как установка порядовок и натягивание причалки, подготовка растворной постели, подачи и разравнивания раствора, укладки камней на постель с образованием швов, проверки правильности кладки, расшивки швов (при кладке под расшивку) могут использоваться следующие инструменты и приспособления:

Устройства для установки шнура-причалки, включающие элементы крепления к стене и шнур-причалку. Однако данные устройства трудоемки в изготовлении и неудобны в работе, требуют высокой квалификации каменщика.

Известно устройство Сажина А.И., выполняющее ту же функцию, техническое решение которого упрощает и удешевляет конструкцию приспособления, обеспечивает быструю и надежную установку шнура-причалки, снижает требования к квалификации каменщика [5];

Устройство для раскладки и разравнивания растворной постели улучшает качество основания при кладке и/или облицовке кирпичных стен, снижает трудоемкость операции, упрощает перемещение кладочного раствора по линии кладки, способствует его экономии и исключению попадания на уже готовую часть стены, повышает производительность труда каменщика, не требует для выполнения работ высокой квалификации каменщика [6];

Комплект для затирки швов при укладке искусственного камня обеспечивает при выполнении операции снижение трудоемкости затирочных работ, повышает качество, снижает зависимость результата от квалификации исполнителя, увеличивает скорость выполнения [7];

Универсальная кладочная линейка Дудина Р.В., используемая для формирования швов и контроля, позволяет повысить качество кладки кирпича, увеличить производительность, снизить монотонность труда, физические затраты каменщика и экономить раствор. За счет равномерного нанесения раствора и формирования его рисунка улучшить внешний вид, эстетику и чистоту кирпичной или блочной кладки [8];

Устройство для кирпичной кладки Бойко Ю.Б., применяемое для ориентации камней, повышает производительность каменщиков, снижает их утомляемость за счет автоматизации контроля, повышает качество кирпичной кладки и чистоту поверхности фасада, обеспечивает возможность получения разравниваемого слоя раствора равномерной толщины в горизонтальной и вертикальной плоскостях, сокращает расход раствора и необходимость использования высококвалифицированных каменщиков [9];

Устройство для позиционирования кирпича Попова А.Н., используемое для кладки стен, улучшает условия труда каменщика за

счет снижения доли физического труда в процессе производства кладочных работ [10].

Приспособления ориентированы на выполнение одной технологической операции, при этом совместное использование нескольких устройств для разных операций может быть неэффективно, в том числе в связи с возможным нагромождением оборудования, сложностью организации рабочего места каменщика, трудоемкостью изготовления и высокой стоимостью отдельных инструментов. Необходимо проводить дополнительные исследования в направлении рассмотрения устройств, задействованных на смежных операциях или на процессе в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ищенко И.И.* Технология каменных и монтажных работ - Москва, Высшая школа, 1988г.
2. *Быстрова Д.В.*, Высокопроизводительные методы каменной кладки - Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов ИСА. - Москва, 2017 г.
3. МДС 51-1.2000 - Основы технологии кирпичной кладки Методическое пособие - Москва 2005г.
4. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник ЕЗ. Каменные работы. Госстрой СССР. 1986г.
5. *Сажин А.И.* Устройство для установки шнура-причалки при кладке кирпичных стен (варианты) и способ его применения (варианты). Российский патент 2009 года по МПК E04G21/18
6. *Сажин А.И.* Устройство для раскладки и разравнивания растворной постели. Российский патент 2009 года по МПК E04G21/00
7. *Лазарь А.А.* Комплект для затирки швов при укладке искусственного камня. Российский патент 2020 года по МПК E04F21/02 E04F21/165
8. *Дудин Р.В., Дудин В.В.* Универсальная кладочная линейка Дудина. Российский патент 2011 года по МПК E04F21/00
9. *Бойко Ю.Б., Бойко Б.Р., Крайчук П.В.* Устройство для кирпичной кладки Бойко. Российский патент 2007 года по МПК E04G21/18
10. *Попов А.Н., Тимофеев А.Н., Устицов В.Н.* Устройство для ручной кладки Попова А.Н. Российский патент 2012 года по МПК E04G21/22

ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЗВЕНЬЕВ КАМЕНЩИКОВ

Возведение конструкций из камня – трудоёмкий процесс, состоящий из большого количества операций, осуществляемый специализированными группами рабочих (звеньями), роль и обязанности которых распределены в соответствии со знаниями и умениями [1]. В звено может входить от двух до шести рабочих разного разряда. Формирование звеньев из каменщиков разного разряда позволяет эффективно использовать труд более квалифицированных работников и даёт возможность каменщикам с меньшим уровнем подготовки получить знания и опыт [2].

Важно исследовать работу и распределение обязанностей в звеньях.

Для организации работы каменщиков существуют давно устоявшиеся форматы звеньев, такие как «двойка», «тройка», «четвёрка», «пятерка» и «шестерка». Своё название они получили по числу работающих в них каменщиков [3].

Разряд каменщика отражает его практический опыт возведения кирпичных стен и закреплён в профессиональном стандарте. Так, например, каменщик 3 разряда должен обладать необходимыми знаниями и умениями в кладке стен и колонн, уметь выполнять кладку забутки кирпичных стен, кладку стен из кирпича и мелких блоков под штукатурку и с расшивкой швов по ходу кладки, расстилать и разравнивать раствор на горизонтальных поверхностях возводимых стен, а также многое другое [1].

Положение в конструкции стены крупноформатных блоков, укладываемых в один ряд, в сравнении с позиционированием кирпича в наружной и внутренней верстах, забутке в конструкции аналогичного формата не требует использования группы каменщиков в составе установленных звеньев с принятым распределением труда. Для кладки конструкций из блоков средней сложности достаточно одного каменщика 5-го разряда и подсобного рабочего (звено «двойка»), причем последний может обеспечивать процесс кладки другого каменщика 4-го или 5-го разряда на смежном участке (звено «тройка»), для сложных конструкций две «двойки» могут взаимодействовать друг с другом и образовывать звено «четверку» (табл.1).

Таблица 1

Состав звеньев каменщиков при кладке стен из укрупненных блоков*

Наименование звена	Разряд каменщика, подсобник	Количество каменщиков в зависимости от сложности работы		
		просто й	средни й	сложны й
двойка	6	-	-	1
	5	-	1	-
	4	1	-	-
	3	-	-	-
	подсобник	1	1	1
тройка	6	-	-	1
	5	-	1	-
	4	2	1	1
	3	-	-	-
	подсобник	1	1	1
четвёрка	6	-	-	1
	5	1	1	1
	4	2	2	-
	3	-	-	-
	подсобник	1	1	2

*Таблица составлена с учётом условия работы звена каменщиков на смежных стенах.

Также изменены обязанности каменщиков в звеньях (табл. 2). Если в звене на одном участке кирпичной стены используются один или два подсобника [4], то для кладки конструкции из блоков - один на двух разрозненных участках.

Таблица 2

Распределение обязанностей рабочих в звеньях при кладке крупноформатных стеновых блоков**

№ п.п.	Член звена	Обязанности
1	Каменщик (4-6 разряда)	<ul style="list-style-type: none"> - закрепление причалки - разравнивание раствора на цементной постели - кладка каменных блоков - временное выполнение обязанностей подсобника, в случае его отлучения

2	Каменщик (4-6 разряда)	То же (см. п.1)
3	Подсобник, ученик каменщика (1-2 разряда)	- замешивание раствора (если он не в готовом виде) - подача раствора ведущему каменщику - укладка раствора - подача каменных блоков

**Таблица составлена для звена «тройка» на двух смежных стенах.

Для устройства стен из крупноформатных блоков использование звеньев, сформированных на основе данных по организации работ для возведения кирпичных стен, не целесообразно. Кладку крупноформатных материалов каменщик выполняет самостоятельно, используя для подготовки рабочего места и затаривания материалов труд подсобного рабочего [5].

Для возведения стен рекомендуется использовать совмещённые звенья, в которых подсобный рабочий обеспечивает от одного до трёх каменщиков, осуществляющих кладку разных элементов.

Важно, что при таком формировании звеньев, участки (делянки) работы отдельных каменщиков должны находиться в достаточной близости для своевременного обеспечения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ Об утверждении профессионального стандарта "Каменщик" (с изменениями и дополнениями) № 1150н // Собрание законодательства Российской Федерации. 2015 г.

2. *Стаценко А. С.* Технология каменных работ в строительстве: учеб. пособие / А. С. Стаценко. – 3-е изд., испр. – Минск: Выш. шк., 2010. – 255 с.: ил.

3. *Сапков А. Ю.* Технология каменных работ: Учебное пособие / Сапков А. Ю. – М.: Инфра-Инженерия, 2019. – 264 с.

4. *Лукин А. А.* Технология каменных работ: Учебное пособие / А. А. Лукин; Федер. ин-т развития образования. – 4-е изд., стер. - Москва: Академия, 2014. – 301 с.

5. *Попов А.Н., Тимофеев А.Н., Устцов В.Н.* Устройство для ручной кладки Попова А.Н. Российский патент 2012 года по МПК E04G21/22

СПЕЦИФИКА ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

Выполнение гидроизоляционных работ в зимний период осложняется неблагоприятными погодными факторами и коротким световым днем. Такие работы могут быть сопряжены с экстренным ремонтом кровли, а также могут проводиться согласно заранее составленного графика [1]. При планировании таких работ необходимо учитывать, что стоимость выполнения общестроительных работ в зимнее время вырастает в среднем на 7-10%.

Гидроизоляционные работы зимой должны проводиться в ясную погоду без ветра, при этом предельная температура строительства должна контролироваться в соответствии со свойствами используемых водонепроницаемых материалов, температура обрабатываемой поверхности должна быть увеличена, условия недостатка солнечного света предполагают дополнительное освещение рабочего места [2].

Выравнивающий слой должен быть прочным, а на поверхности не должно быть неровностей, шлифовки и вздутия. Если есть снег, остаточный лед и снег, мусор и т. д., его следует убрать. Дождливая и снежная погода, а также погода с ветром выше 15 м/с не должна использоваться для строительства. Если температура окружающей среды на строительной площадке ниже +5 °С, организуют тепляки над местом работ, закрытые теплые склады, прогревают обрабатываемую поверхность и подогревают сам материал. Температура помещения, в котором проводятся работы, должна быть порядка + 10 - + 15 градусов. Для обогрева тепляков, как правило, используют тепловые пушки, запрещается применение для этих целей открытого пламени.

Изолируемую поверхность тоже требуется хорошо просушить и нагреть до +10 - +15°С. Рулонные материалы перед использованием рекомендуется перемотать, непосредственно перед применением их помещают в теплое помещение с температурой воздуха +15 - + 20°С не меньше, чем на 20 часов. Нижняя поверхность свернутого материала по ширине должна быть нагрета равномерно. Не допускается чрезмерный нагрев, прожигание свернутого материала. На поверхности перед устройством гидроизоляции наносится грунтовка из битумно-полимерных средств. Если в основании поверхности есть какие-либо раковины, их заделывают цементно-песчаной смесью [3].

Также предварительно подготавливают тару и транспорт. Транспортировка битума и мастик осуществляется в закрытых утепленных контейнерах, в утепленной таре. Время и расстояние транспортировки стараются максимально сократить.

Рассмотрим существующие сегодня на строительном рынке гидроизоляционные материалы. Многие из них предназначены для всесезонного применения, но есть и такие, которые используются специально в зимних условиях. Их характеризует наличие пластификаторов в составе и специальные, увеличивающие морозостойкость добавки.

Для гидроизоляции в зимнее время используют обмазочные материалы, битумные, ПВХ-материалы, бентонитовые маты. Обмазочные материалы могут быть на битумной, полимерной или цементной основе. Применяются, как правило, для гидроизоляции фундаментов, подвалов, бассейнов. При температуре менее $+5^{\circ}\text{C}$ цементно-песчаную и оклеечную изоляцию не используют. Для низких температур такие материалы не подходят. Если цементные растворы все-таки применяют, их готовят в тепляках и для подготовки смеси берут воду, нагретую до $+20^{\circ}\text{C}$.

При температурах окружающего воздуха до -20°C можно применять окрасочную гидроизоляцию. При этом за день необходимо начать прогревать обрабатываемую поверхность. Гидроизоляция из горячих мастик наносится на мастичное основание, имеющее температуру, не ниже $+5^{\circ}\text{C}$. Таким образом гидроизолируют плоские горизонтальные поверхности и крыши с небольшим уклоном. При отрицательных температурах допускается использование холодных мастик, но в этом случае материал должен содержать в своем составе повышенное количество битума. Окрасочная изоляция наносится 2-3 слоями тонкими. Обмазочная – более толстыми.

Рулонные гидроизоляционные материалы используют при устройстве кровли, для защите стен зданий и сооружений. Их достоинство заключается в простоте укладки. При проведении гидроизоляционных работ рулонными материалами в зимнее время, нужно следить, чтобы температуры, как самого материала, так и окружающего воздуха были выше холодовых значений, при которых материал теряет свою гибкость, во избежание возможности его разломов [4]. Наклеивание рулонных материалов осуществляют на подготовленные, очищенные от снега и влажные поверхности.

Бентонитовые маты можно применять при влажности до 100% и температуре окружающего воздуха до -20 °С. Предварительно под них готовят основание, с которого удаляют стоячую воду [5]. Допустимо производить укладку бентонитовых матов на не оттаявшие основания, предварительно производится очистка их от снега и льда. Далее стенки гидроизоляции засыпают грунтом, после чего обязательно производится тщательное его послойное уплотнение.

Прораб должен строго контролировать качество произведенных работ, во время проведения изоляционных работ важно следить за температурой используемых материалов и покрываемых поверхностей. Технология проведения гидроизоляционных работ строго прописывается заранее в проекте производства работ. До начала работ по гидроизоляции фундамента может потребоваться дополнительное понижение уровня грунтовых вод. Необходимо строго соблюдать все рекомендации. Нарушение технологии может привести к протечкам воды, повреждению конструкции и существенным экономическим потерям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ершов, М. Н.* Технологические процессы в строительстве [Текст] : учебник / М. Н. Ершов, А. А. Лапидус, В. И. Теличенко. - Москва : АСВ, 2016. Кн.10 : Технологические процессы отделочных работ. - Москва : АСВ, 2016. - 199 с.
2. *Михайлов А.Ю.* Технология и организация строительства. Практикум [Электронный ресурс]/ Михайлов А.Ю.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2018.— 196 с.— <http://www.iprbookshop.ru/78240.html>
3. *Ершов М.Н.* Современные технологии отделочных работ: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2013. – 208 с.
4. *Забелина О.Б., Харичкова Е.В.* Учет факторов, влияющих на качество строительной продукции, при организационно-технологической подготовке строительства // Инженерный вестник Дона. 2020. № 5.
5. *Кунин Ю.С., Забелин Н.В., Забелина О.Б.* Техническое обследование мозаичного пола типа терраццо при проведении реконструкции павильона «Земледелие» ВДНХ // Перспективы науки. 2020. №2. С. 35-41.

ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА СВАЙ-БАРРЕТ С ЧАСТОМИ ИНЦИДЕНТАМИ

Свая-баррета (также известная как свая-барретта или свая-баретта), на самом деле представляет собой тип бетонной буронабивной сваи, но отличается от буронабивной сваи формой поперечного сечения и методом прodelывания отверстий: прodelыванием отверстий экскаватором (также иногда называемым скребковой машиной) для откопки грунта или другими методами, кроме простого бурения с помощью бура [1]. Поперечное сечение буронабивной сваи круглое, а баррета - прямоугольник, крест, буква I, буква H, прodelывается грейфером из отверстий. Технология устройства свай-баррет используется во многих странах мира с 1970-х гг. В Европе, Америке и во многих странах мира многие высотные дома строятся с подвалами. Некоторые специальные строительные проекты позволяют построить много подвалов.



Рис. 1. Строительные проекты в мире использовались свай-барреты
а) Центр города Куала-Лумпур - башни-близнецы Малайзии,
б) Pacific Place Building, 83Б Ли Тхыюнг Кьет, Хоан Кiem, Ханой

Применение конструкции свай-барреты - эффективная мера для строительства подземных сооружений и высотных зданий с использованием подвалов с слабым грунтом, высоким уровнем грунтовых вод и множества прилегающих зданий. Свая-баррета была улучшена французами из буронабивной сваи, чтобы создать большую несущую способность при том же объеме используемого бетона [2]. Свая-баррета имеют гораздо более высокую грузоподъемность, чем буронабивные сваи (могут составлять более 1000 тонн), поэтому они используются для проектов с очень большими нагрузками под

фундамент. Баретный фундамент часто используется в сочетании в качестве диафрагменной стены и для домов с двумя и более подвалами, но стоимость строительства такого фундамента часто намного дороже (из-за технологии строительства), чем при использовании буронабивных свай [3]. Однако при устройстве сваи-барреты труднее обеспечить качество, особенно очистка дна сваи перед заливкой бетона. Весь процесс возведения введется по следующим этапам:

1. Этап 1 - Устройство направляющей стены.
2. Этап 2 - Копка грунта. Поддержание карьерной стенки бентонитовым раствором.
3. Этап 3 - Продуть и промыть отверстия методом ротации бентонита.
4. Этап 4 - Размещение блока (CWS) и гидрозащиты.
5. Этап 5 - Обработка и установка бетонных труб и заливка бетона по способу экструзии труб.

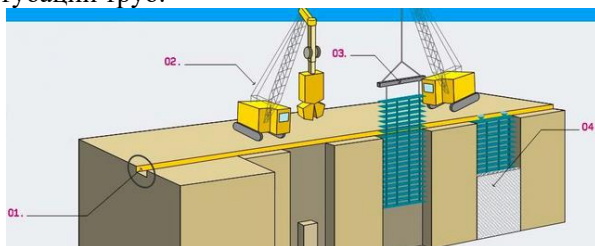


Рис. 2. Процесс устройства сваи-барреты

- 01- Изготовление направляющей стены 02 - Глубокое углубление грунта в соответствии с направляющей стенкой 03 - Укладка «арматуры» 04 - Заливка бетона 05 - Повторяйте процесс 2-4 до завершения
- Распространенные проблемы при устройстве сваи-барреты [4].

1. Инцидент рухнул в стеновую яму.

Это тип проблемы, которая обычно возникает в проекте в целом и сваи-баррет в частности, они рухнул в стеновую яму из-за геологического строения, стратиграфии из-за уровня грунтовых вод.

2. Обезвоживание бентонита.

Большая потеря бетона связана с нестабильными геологическими пластами или столкновением с каменной пещерой.

3. Проблема при сверлении и опускании клетки из стальных труб:

- обрушить стенку скважины;
- наклонная свая наколотилась из-за встречи с камнями-сиротами;
- инструменты для захвата заторов (грейфер);
- поднят инцидент со стальной клетки;
- случай сжатия и деформации стальной клетки.

4. Проблемы в процессе заливки бетона:
 - падающая стальная клетка;
 - засорение разливочной трубки, заклинивание в разливочной трубке;
 - вода идет в трубу;
 - заклинивание обсадной трубы после заливки бетона на проекте.
5. Проблемы, вызванные захватом оборудования:
 - падающие грейферного ковша;
 - разорвите кабель, чтобы схватить его.
6. Человеческие происшествия:
 - несоблюдение технических процедур: это может привести к повреждению оборудования;
 - процесс устройства свай не непрерывен: в результате слишком долго ждать завершения раскопок, что приводит к распаду бентонита в яму. [5].
7. Вероятность возникновения инцидентов:
 - проблема из-за сложной геологии вызовет провалиться в стеновую яму, что приведет к потере воды бентонитового раствора или раствора SuperMud;
 - проблемы из-за строительных технологий: когда конструкция провалилась в стеновую яму, заклинивание грейферные инструменты (грейферный ковш), стальная клетка выпала или стальная клетка упала;
 - проблемы при заливке бетонных свай: в процессе строительства бетонная заливка заблокировала заливную трубу, заклинило трубу, явление попадания воды в трубу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты.
2. ГОСТ Р 58035-2017 Работы геотехнические специальные. Буровые сваи. Правила производства работ.
3. *Рыбникова И.А., Рыбников А.М.* Опыт применения бареттных фундаментов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова – 2016, с. 23-27.
4. *Горбачевский В.П.* Использование отходов производства в подземном строительстве. –М.: НИУ МГСУ, 2019. – 90 с.
5. *Забелина О.Б., Харичкова Е.В.* Учет факторов, влияющих на качество строительной продукции, при организационно-технологической подготовке строительства // Инженерный вестник Дона. 2020. № 5.

ОКЛЕЙКА СТЕН И ПОТОЛКОВ ОБОЯМИ

Современные материалы внутренней отделки могут не только улучшить внутреннюю художественную среду, но и обладают определенными свойствами звукоизоляции, влаго- и огнестойкости, играют роль в защите основной структуры здания, продлевают срок его службы и отвечают определенным требованиям к современным архитектурным элементам декора. [1].

Декоративные обои могут быть из натуральных и синтетических материалов. Основные разновидности: бумажные, флизелиновые, виниловые, текстильные, велюровые, под покраску, стекловолокно, пленки. Бумажные обои впервые появились в древнем Китае. Сейчас их выпускают двух видов: однослойные (симплекс) и многослойные (дуплекс). Бумажные обои обладают экологичными свойствами, воздухопроницаемы, гипоаллергенны, имеют не высокую стоимость. Недостатки: не устойчивы к влаге и механическим воздействиям. Флизелиновые обои более плотные и устойчивые, имеют в своем составе целлюлозу, но внешне похожи на ткань. Виниловые обои еще более плотные, лицевая сторона их – слой винила. Они влагостойкие, более долговечны, не истираются. Их можно использовать в отделке кухни.

Текстильные обои: есть два основных типа: вид традиционных чистых обоев из ткани или нетканые обои. Дают хороший дизайнерский эффект, сильное визуальное воздействие такой настенной отделки, сохраняют тепло и уют, обладают хорошей шумоизоляцией, но у их недостаток высокая цена. Также бывают обои из натуральных материалов: обои из травы, дерева, листьев и т. д. Экологически чистые обои свободны от токсичных газов, таких как хлорид винила, а сжигание их производит углекислый газ и воду. Поскольку такие материалы, как древесные волокна и древесная целлюлоза, «дышат», они имеют хорошую воздухопроницаемость, быстро просыхают, хорошее сопротивление плесени [2].

Обои из стекловолокна – это новый тип материала украшения стены из стекловолоконной ткани в качестве субстрата, который покрыт смолой и напечатан на поверхности. Используются также во внутренних помещениях. Не выгорают, не стареют, обладают противопожарными свойствами, влагостойки, их можно промыть, конструкция относительно проста. Также бывают обои с металлическим покрытием. Как правило,

используется в музыкальных залах, гостиницах и других общественных местах, в домашней среде не должны использоваться.

Технология поклейки обоев [3]:

1. Низовая обработка: с наждачной бумагой шлифовальной машиной, выравнивается поверхность стены, удаляются старые обои и прочие загрязнения, предварительно можно их смочить, чтобы они лучше отходили от стены. Далее шпаклюются все раковины и швы. Для этого добавить соответствующее количество гипсового порошка, слишком глубокие отверстия и швы могут быть заделаны смешанным с водой гипсовым порошком. Наждачной бумагой для полировки стен выпрямляют углы и разравнивают поверхности.

2. Разметка линии позиционирования – необходимо соблюдать важный принцип вертикальности расположения обоев. Вертикальная линия, как правило, выбирается около окна передней стены комнаты. Для этого используют вертикальный отвес и палку-ориентир.

3. Подбор обоев по рисунку. Разметку и резку рулонов производят в соответствии с рисунком обоев, иногда это со смещением длины на 5-6 см. Тяжелые водонепроницаемые обои могут быть пропитаны водой в течение 3-5 минут после раскатки из рулона. Водопроницаемые тонкие обои нарезают, предварительно разметив листы ручкой на задней части бумаги. Следует обратить внимание на направление шаблона. Рисунок должен быть последовательным.

4. Клеевая подготовка стены: роликом или кистью клей равномерно наносят на стену, чтобы ширина клеевого слоя была немного больше, чем ширина обоев, на 3-5 см.

5. Прикладываем обои к стене в обычном порядке сверху вниз, начинаем клеить рулоны от окна и идем в темную часть комнаты. Метод: одной рукой держать рулон обоев, одна рука будет расширять обои на конце, они крепятся к стене, а затем выравниваются к краю. Необходимо проверить, чтобы первый лист обоев был строго вдоль вертикальной линии, сверху его аккуратно фиксируем и медленно укладываем обои так, чтобы край обоев и вертикальная линия выравнивания соответствовали. Далее выгоняем пузыри и клей из-под листа, используем пластиковый скребок или ткань, а затем аккуратно разравниваем лист. Если обои легли неровно, можно аккуратно поднять лист, повторно приставить, чтобы обои были наклеены от начала до конца соскабливания снова, после чего разглаживаем их тканью, чтобы удалить остатки клея на обоях. Следующий лист прикладываем точно встык к предыдущему. И так до оклейки всей комнаты. Клей будет

сохнуть в течение нескольких дней. В это время исключаем сквозняки в этом помещении. Должны быть закрыты все окна и двери, исключаем хождение в комнате посторонних людей.

Основные технические требования [4, 5]:

1. Разновидности обоев, цвета, узоров должны соответствовать функциональному назначению помещения и выбору дизайна.

2. Обои должны быть наклеены прочно, рисунок должен быть последовательным, не должно быть пузырьков, пустых барабанов, трещин, петухов, складок и пятен, расхождения швов, следов клея на обоях.

3. Поверхность должна быть плоская, никаких колебаний причала.

4. Каждый наклеенный рулон должен соответствовать размеченной горизонтали и вертикали, узоры на стене должны совпадать и не оставлять шва.

5. В дальнейшем следует строго соблюдать инструкции по эксплуатации данного типа обоев, и они будут радовать своим теплом и уютom долгое время.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ершов, М. Н.* Технологические процессы в строительстве [Текст] : учебник / М. Н. Ершов, А. А. Лапидус, В. И. Теличенко. - Москва : АСВ, 2016. Кн.10 : Технологические процессы отделочных работ. - Москва : АСВ, 2016. - 199 с.
2. *Михайлов А.Ю.* Технология и организация строительства. Практикум [Электронный ресурс]/ Михайлов А.Ю.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2018.— 196 с.— <http://www.iprbookshop.ru/78240.html>
3. *Ершов М.Н.* Современные технологии отделочных работ: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2013. – 208 с.
4. *Забелина О.Б., Харичкова Е.В.* Учет факторов, влияющих на качество строительной продукции, при организационно-технологической подготовке строительства // Инженерный вестник Дона. 2020. № 5.
5. *Кунин Ю.С., Забелин Н.В., Забелина О.Б.* Техническое обследование мозаичного пола типа терраццо при проведении реконструкции павильона «Земледелие» ВДНХ // Перспективы науки. 2020. №2. С. 35-41.