

СЕКЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ, ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИК И ИСПЫТАНИЯ СООРУЖЕНИЙ

*Студент магистратуры 1 года обучения 1 группы ИСА Абдул Ахад
Хамаюн Хотак*

Научный руководитель – зав. ЛИСМИиК НОЦ ИС В.А. Какуша

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ НАГРУЗКИ НА КОМПОЗИТНЫЙ МАТЕРИАЛ ШПУНТОВОГО ОГРАЖДЕНИЯ

Различные укрепления из шпунтовых свай возводились издавна для защиты прибрежных сооружений и котлованов на стройплощадках. Веками люди меняли материалы свай, осваивали различные схемы укреплений на основе шпунтовых соединений. Такие ограждения создают безопасную часть суши на берегу, стройплощадке, позволяют строить дополнительные сооружения на укрепленных местах, увеличить темпы строительства или добычи ископаемых.

На заре развития технологии применялись преимущественно деревянные шпунтовые ограждения. В XX веке их сменили стальные и железобетонные конструкции. Теперь на дворе уже XXI век, и на смену дереву, металлу и бетону пришли современные композитные материалы, а именно композитные шпунтовые ограждения.

Технология производства представляет собой инъекционную пултрузию высокого давления на основе наномодифицированных полиуретановых смол.

Особенностью данного материала является проявление ползучести от длительного действия постоянных нагрузок во времени. Была проведена серия испытаний на базе ЦКП НИУ МГСУ для оценки поведения материала шпунта при действии длительной нагрузке.

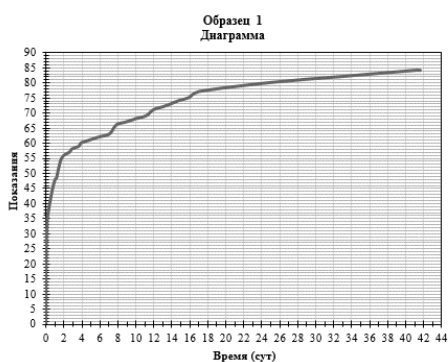
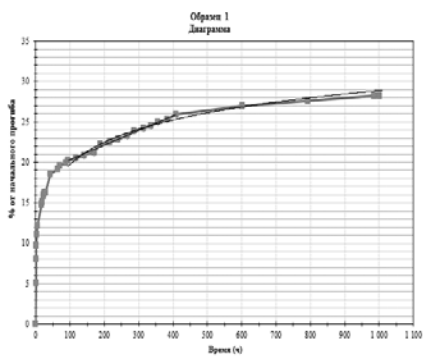
В соответствии с ГОСТ Р 56810-2015 «Композиты полимерные. Метод испытания на изгиб плоских образцов» были изготовлены отобранные образцы, вдоль и поперёк направления пултрузии для определения предела прочности при изгибе, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты испытания образцов вдоль и поперёк пултрузии на статическое нагружение.

Номер образца	Маркировка образца	Максимальный прогиб (мм)	Разрушающая нагрузка (кН)	Предел прочности при изгибе (МПа)	Модуль упругости при поперечном изгибе (ГПа)
1	Вдоль-1	13,1	5,7	840	23
2	Вдоль-2	13,0	5,7	840	23
3	Вдоль-3	11,3	6,2	920	24
1	Поперёк-1	7,4	2,7	390	17
2	Поперёк-2	7,8	2,6	380	15
3	Поперёк-3	7,6	2,8	400	17

На основании полученных опытных данных определены уровни нагрузок для установки серии образцов на ползучесть. База испытания составляет 1000 часов. Показания прогибов от начала приложения нагрузки регистрировались через установленные методикой ГОСТ интервалы времени. На рисунке 1 представлены результаты испытания.



а)

б)

Рис.1 Результаты проведенного испытания.

а) Диаграмма «Прогиб-Время(час)»

б) Диаграмма «Прогиб-Время(сутки)»

На полученных диаграммах мы видим поведение образца под нагрузкой во времени. Можно выделить три временных участка: первый – активное нарастание прогибов в течение 2 часов от начала проведения испытания; второй – промежуток времени от 2 до 400 часов, по сравнению с первой стадией мы можем наблюдать затухание приращения прогибов во времени; на третьей стадии от 400 часов происходит стабилизация приращения прогибов.

На диаграмме «а)» применена функция сглаживания по логарифмической зависимости, за основу были взяты точки с графиков.

Функция сглаживания представлена тонкой линией поверх основного графика с экспериментальными данными.

На основе полученных диаграмм ползучести можно сделать вывод о поведении данного материала шпунтового ограждения во времени, а также применить полученные данные при проектировании шпунтового ограждения, с учётом действия постоянных нагрузок, таких как активное давление грунта, давление воды и других сред.



Рисунок 2.
Общий вид испытательной
установки

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Немолочнов А.Г. Исследование композитного шпунта // интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании / 2015 С 388-391
2. Меньшиков Е.А. , Румянцева И.А. Применение композитного шпунта в гидротехническом строительстве / 2014 С 184-190
3. Хамтоху Р.М. Исследование эффективности применения композитных шпунтов для обеспечения гидроизоляции оснований и фундаментов сооружений на водонасыщенных грунтах / 2019 С 341-342
4. Ольшанский А. И. Композитный материал, упаковка и носитель, выполненные на основе композитного материала, и способ получения композитного материала / 2010
5. Величко Е. Г. , Вихрова Т. Н. , Цветкова А. О. , Цховребов Э. С. Применение углепластиков: технические и экологические аспекты / 2019 С 21-26

*Студент магистратуры 2 года обучения 1 группы ИСА Амгалан Э.
Студент магистратуры 2 года обучения 1 группы ИСА Кудрявцев М.В.
Научный руководитель – зам. дир. НИИ ЭМ О.А. Корнев*

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ПЛАСТИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Al-Mg и Al-Mg-Si

Известными проявлениями неравномерной пластической деформации при испытании металлов на растяжение принято считать шейку перед разрывом, зуб и повторяющиеся скачки нагрузки на диаграммах деформации [1]. В лаборатории ЛИСМИиК НИУ МГСУ были выполнены комплексные исследования [2.3] механических свойств новых марок алюминиевых сплавов: 1565ч (Al-Mg) и 6082 (Al-Mg-Si). Показано соответствие прочностных свойств материалов, их характеристик пластичности, вязкости и свариваемости требованиям СП 128.13330.2016 Алюминиевые конструкции.

Плоские образцы изготавливали из листового проката, толщиной 10 мм, с рабочей длиной 267...270мм вдоль прокатки, отполировывали на алмазной суспензии и испытывали на растяжение при комнатной температуре в разрывной машине INSTRON 8802, с постоянной скоростью деформирования. Для измерения и визуализации рельефа от деформации образцов использовали тензометрические датчики с базой 3 мм и цифровую видеокамеру (рис.1).

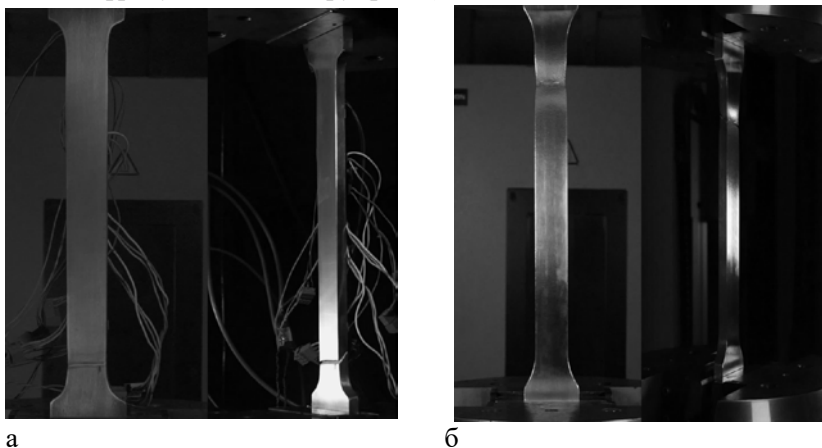


Рис 1. Визуализация деформации и разрушения: а- образца 1565ч
б- образца 6082

Анализировался силовой отклик системы машина-образец на неустойчивости пластического течения образцов.

В ходе испытаний установлены различия в поведении сплавов при деформации растяжением, проявляющиеся в масштабах рабочей длины образцов. (рис. 2).

Кривые растяжения сплава 6082 (3,4) имели плавный характер (предел текучести 300 МПа) с падением напряжения от 310 МПа при образовании шейки. Максимальная деформация составляла 6,83%. Для данного состава материала характерно образование на поверхности отполированного образца еще до сужения в шейке рельефа типа “апельсиновая корка”, что может служить сигналом о перегрузке конструкции.

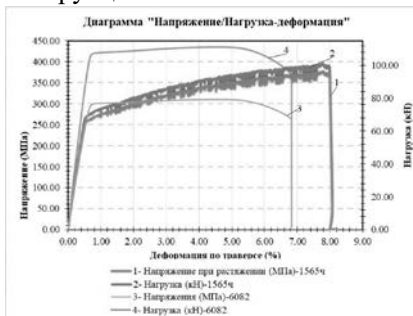


Рис.2. Диаграммы напряжение /нагрузка - деформация алюминиевых сплавов 1565c и 6082



Рис. 3. Скачки напряжения на диаграмме образца 1565c

Для образца 1565c предел текучести составил 264 МПа, а максимальное напряжение 377 МПа при деформации равной 8%. На диаграмме растяжения образца (рис.2, кривые 1,2) обнаружены скачки деформации с шагом 0,1% и повторяющиеся падения нагрузки с амплитудой до 18 МПа (Рис.3). В процессе растяжения наблюдали прохождение вдоль оси полированного образца нескольких блестящих полос деформации, называемых полосами Портевена-Ле Шателье. Сопоставление по времени диаграммы и видеозаписи показало, что, когда полоса зародилась вблизи верхней галтели образца, на кривой (рис. 3) появился скачек. В сплавах системы Al-Mg появлялся подвижный поверхностный рельеф в виде полос под углом 55 и 90 градусов к оси образца, который изменялся в ходе растяжения скачками и исчезал. Природа и закономерности этих эффектов объясняются с помощью дислокационных моделей.

Предполагается [4.5], что наблюдаемая пластическая неустойчивость материала обусловлена коллективным откреплением дислокаций от

примесных атмосфер на переднем фронте полос и закреплением дислокаций уже на других элементах структуры на заднем фронте полос. Однако, при таком подходе практически невозможен учет существенных макроскопических деталей явления неустойчивости.

Таким образом, в ходе эксперимента установлено, что в сплавах системы Al-Mg-Si неустойчивость пластической деформации оказывает влияние не только на механические, но и на эксплуатационные свойства изделий, изменяя качество их поверхности («апельсиновая корка»). Предполагается, что со скачками пластического течения может быть связано появление аномальных технологических свойств промышленных изделий из сплава 1565ч: штампуемости, обрабатываемости, свариваемости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Иванова В.С.* Разрушение металлов / Иванова В.С. – М.: Металлургия, 1979.-168с.
2. *Shuvalov, A., Katanina, A., Kornev, O., Kovalev, M.* Low-cycle Fatigue of High Processible Aluminum Alloy Flat Products from Alloyage System Al-Mg-Si // Journal of Physics: Conference Series Volume 142, International Scientific Conference on Modelling and Methods of Structural Analysis 2019, MMSA 2019
3. *Shuvalov, A., Katanina, A., Kornev, O., Kovalev* Working capacity of aluminum alloys in structure elements // E3S Web of Conferences Volume 97, 29 May 2019, 22nd International Scientific Conference on Construction the Formation of Living Environment, FORM 2019
4. *Скопинский В.Н., Овчинников В.В., Сметанкин А.Б.* Особенности разрушения образцов из листов алюминиевого сплава 1565ч при испытании на растяжение// Электротехнология №5, 2017г. С.31-40.
5. *Шуклинов А.В., Денисов Е.К., Михлик Д.В., Золотов А.Е., Желтов М.А., Шибков А.А.* Переход от устойчивой к скачкообразной деформации, вызванный изменением состава и структуры сплава Al-Mg // Деформация и разрушение материалов. №3, 2008г. С.30-35.

*Студент магистратуры 2 года обучения 1 группы ИСА Амгалан Э.
Студент магистратуры 1 года обучения 1 группы ИСА Кудрявцев
М.В.*

Научный руководитель - зав. ЛИСМИиК НОЦ ИС В.А. Какуша

НОРМИРОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ В СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

В связи с активным развитием научно-технического прогресса в области строительного производства и решением задач по поддержанию высокой эксплуатационной безопасности конструкций, требуется усовершенствование неразрушающих методов контроля.

Применение неразрушающих методов контроля в процессе монтажа, эксплуатации и реконструкции сооружений, позволяет предотвратить аварийные ситуации, что особенно важно для опасных производственных объектов, а также зданий и сооружений с повышенным классом ответственности.

Самыми распространёнными объектами неразрушающего контроля являются сварные соединения металлических конструкций. Именно сварное соединение подвержено в большей степени накоплению дефектов вследствие технологического процесса сварки, опыта сварщика, качества сварочных материалов (электроды, проволока) и многих других факторов. Проведение контроля осуществляется только при наличии документов, которые содержат нормы на размеры допустимых дефектов, таких как: непровар, подрез, несплавление, поры, трещины и др. Нормы должны решать две важные задачи, первое-гарантировать необходимые прочностные характеристики соединения, второе-оказывать дисциплинирующие действия на технологию сварки.

Различают технологические и эксплуатационные нормы допустимости дефектов. Технологические нормы ориентированы на технологию процесса сварки и в большинстве случаев превышают требования по «прочности». Эксплуатационные нормы являются расчётными, т.к. связаны с ожидаемой опасностью от дефектов при эксплуатации сооружения и базируются на теоретических знаниях и экспериментальных данных о влиянии дефектов на несущую способность сварного соединения. Иногда в расчётах размер безопасного дефекта принимается неестественно большим, однако он не может быть указан как нормативно допустимый.

Нормы допустимости сварочных дефектов назначаются «волевым» решением создателя этих норм, исходя их чего в разных странах,

отраслях производства и организациях нормы по одним и тем же сварным соединениям могут существенно различаться.

При разработке базовых справочных данных по уровням качества (ответственности) сварных соединений рекомендуется использовать следующие документы: EN 25817 (ГОСТ Р ИСО 5817-2009 «Сварка. Сварные соединения из стали, никеля, титана и их сплавов, полученные сваркой плавлением (исключая лучевые способы сварки). Уровни качества»[1]. В данном документе выделяют три основных уровня качества в порядке возрастания: D, C, B. На каждом уровне имеются размеры допусков к разным видам дефектов. Так же имеется отечественный нормативный документ, который ограничивает размеры дефектов в сварных соединениях ГОСТ 23118-2012 «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»[2].

Сравнивая эти документы можно заметить, что ГОСТ 23118-2012 более подробно описывает уровни ответственности швов в зависимости от вида действующих усилий, типа конструкций, условий эксплуатации. Имеются различия нормирования дефектов: линейных размеров, процентной доли дефектов на площади зоны соединения и прочее.

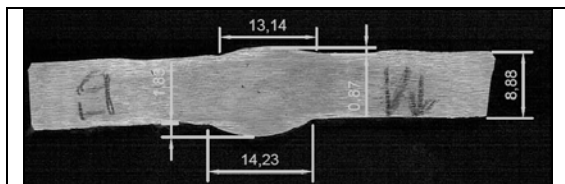


Рис. 1. Макрошлиф образца сварного соединения.

На рисунке 1 приведён пример визуального и измерительного

контроля(ВИК)сварного соединения типа С25 с двухсторонним швом (ГОСТ 14771).Измерены доступные в рамках контроля сварочного узла геометрические размеры наружного и корневого швов. Показано, что ширина обоих швов $e=14,23$ и $13,14$ мм при сварке заготовок толщиной 6-9 мм превышает допустимый уровень (6 ± 2). Высота усиления наружного шва $a=1,83$ находится в пределах допуска (1 ± 1) стандарта.

Визуально на макрошлифах в зоне наплавленного металла зафиксированы дефекты в виде непровара в корне шва (рис.2).

Указанный дефект(рис.3)в полной мере раскрылся в процессе ударного изгиба сварного шва после испытания на хладноломкость при температуре -60°C по ГОСТу 9454-78 [3].

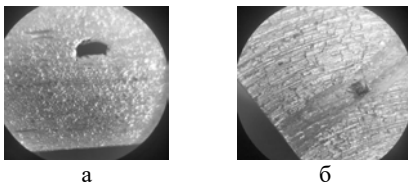


Рис. 2. Непровары в корне швов, 24х
а) Непровар корня шва 0,5х0,25 мм
б) Непровар корня шва 0,25х0,25 мм



Рис. 3. Образец после испытания.

В изломах испытанных образцов определена область несплавления, которая свидетельствует о нарушении технологии сварки данным сварщиком.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Коновалов Н.Н.* Нормирование дефектов в сварных соединениях.// СЕРТИФИКАЦИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ, 2004. №10 с.63-64.
2. *Коновалов Н.Н.* Технологические требования к нормированию сварочных дефектов.// Безопасность труда в промышленности, 2004. №10 с.30-32
3. *Скогорева О.С., Абакумов Р.Г.* Техническая экспертиза сварочных дефектов и напряжения.//Современные материалы, 2014.
4. *Кудрявцев М.В.* Дни студенческой науки// использование простейшего «ПО» для проведения количественного анализа металлографическим методом, 2019 с.850-852
5. *Кудрявцев М.В, Ерижкова Е.С.* Системные технологии// контроль качества получаемых строительных материалов, изделий и конструкций на строительную площадку, №4, 2018, с.11-18

*Студент магистратуры 2 года обучения 1 группы ИСА Амгалан Э.
Студент 4 курса 20- группы ИСА Тангамян Г.С.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. А.В. Грановский*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕМНО-МОДУЛЬНЫХ БЛОКОВ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

В России появление объемно-модульного домостроения относится к началу 1950-х гг. В работе [1] подробно проанализирован опыт модульного строительства в нашей стране и за рубежом. С момента возникновения оно было связано с технологией быстровозводимых зданий и позволяло обеспечивать людям доступным и комфортным жильем при улучшении жилищных условий, а также в случае расселения людей из ветхого и аварийного жилья. Опыт применения объемно-модульных блоков показал, что он эффективен, в основном, для малоэтажного строительства [2,3]. Развитие строительной отрасли, в т. ч. увеличение объемов научных исследований [4], а также новые задачи, поставленные перед отраслью в связи с освоением арктической зоны РФ [5], обусловили расширение сферы использования модульного домостроения.

В НИИ ЭМ НИУ МГСУ были проведены экспериментальные исследования по оценке сейсмостойкости 2-х этажного фрагмента здания, состоящего из 2-х одноэтажных модулей, изготовленных из изделий фирмы «КНАУФ» (рис. 1).

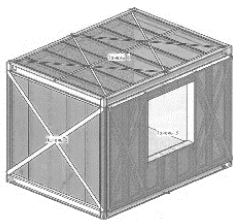


Рис. 1 Экспериментальный образец одноэтажного модуля

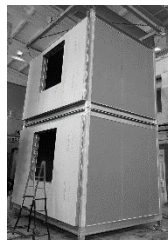


Рис. 2 Общий вид 2-х этажного экспериментального модуля

Цель проведенных испытаний – оценка действительной работы и сейсмостойкости несущих и ограждающих конструкций и их узловых соединений 2-х этажного модуля жилого дома, смонтированного из изделий фирмы «КНАУФ», при действии динамических нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие при землетрясениях интенсивностью 7-9 баллов по ГОСТ Р57546-2017.

Экспериментальная модель. Конструктивно каждый одноэтажный модуль 2-х этажного экспериментального фрагмента запроектирован

по стоечно-балочной схеме (рис. 2) и включает в себя следующие элементы: стойки-колонны из труб квадратного профиля сечением 100×4 мм с горячеоцинкованным покрытием; несущие балки швеллерного профиля № 20; конструкции каркаса панелей из гнутых профилей 200×12 мм; связевые и распорные элементы.

Процесс монтажа 2-х этажного фрагмента экспериментальной модели здания из изделий фирмы «КНАУФ» включал в себя следующие этапы.

1. Установку модели на 4 подкатные опоры марки CRA-4 грузоподъемностью 60 кН каждая. (рис. 3).

2. Соединение блоков модуля между собой по высоте 2-х этажного фрагмента с помощью накладной пластины, а также с использованием штыревого соединения.

3. Установку динамических гидроцилиндров (рис. 4), предназначенных для создания динамического воздействия на образец, параметры которого на каждом этапе нагружения определялись Программой испытаний: величина ускорения от 0.2 до 4.0 м/с²; частотный спектр воздействий от 1 до 30 Гц; амплитуда перемещений штока гидроцилиндров в зависимости от величины частоты от ±50 до ±150 мм.

4. Установку измерительной аппаратуры на элементы стенда: одно-трехосные акселерометры, тензорезисторы.

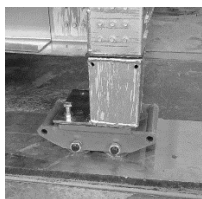


Рис.3 Подвижная опора модели

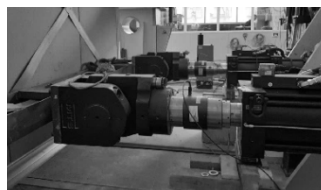


Рис. 4 Расположение гидроцилиндров относительно модуля

Эквивалентное сейсмическое воздействие моделировалось горизонтальными синусоидальными колебаниями 2-х этажного фрагмента экспериментального образца, которые возбуждались перемещением с заданной частотой и амплитудой штоков гидроцилиндров, жестко закрепленных к конструкции стенда. На рисунке 5 показано расположение измерительных приборов (акселерометров и тензорезисторов) на 2-х этажном экспериментальном фрагменте

Результаты испытаний и их анализ. Ускорение конструкции в верхней точке 2-х этажного фрагмента в зависимости от частоты воздействия гидроцилиндров изменялось в интервале от 0,2 до 22,0 м/с². При частоте $f \approx 3,5$ Гц имел место резонанс. Повреждений элементов

несущих и ограждающих конструкций при резонансе не было установлено.

На основе анализа результатов динамических испытаний и расчета рекомендована замена плоских стальных связей на уголкового (в местах стыковки опорных стоек по высоте сооружения), обеспечивающие восприятия горизонтальных нагрузок, действующих как вдоль, так и поперек модулей.

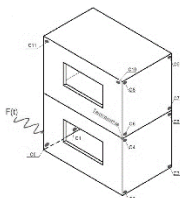


Рис. 5 Схема расстановки акселерометров и тензорезисторов на модуле

Вывод. Испытания показали, что сейсмостойкость несущих и ограждающих конструкций 2-х этажного модуля жилого дома из изделий фирмы «КНАУФ» при действии динамических нагрузок (в т. ч. при резонансе), моделирующих сейсмические воздействия интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64, обеспечена.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Захарова М.В., Пономарев А.Б.* Опыт объемно-модульного строительства зданий и сооружений // «Современные технологии в строительстве. Теория и практика». 2017. Том 2. С. 190-198.
2. *Галустян В.В.* Объемно-модульное домостроение – малоэтажному строительству // «Промышленное и гражданское строительство». 2007. № 12. С.14-15.
3. *Евдокимов В.О., Чиликина К.В.* Строительство модульного жилья из блок-контейнеров / Труды конференции. Роль науки в формировании современной виртуальной реальности. Новосибирск. 2018. С.11-14.
4. *Абрамян С.Г. Улановский И.А.* Модульное строительство и возможность применения модульных конструкций при надстройке зданий // Инженерный вестник Дона. 2018. № 4 (51). С. 238-243.
5. *Русланова А.В., Лабудин Б.В., Мелехов В.И., Филиппов В.* Применение объемно-модульного домостроения как перспективное развитие Арктической зоны РФ // VIII Международная научно-техническая конференция. Строительная наука – XXI. 2017. С. 242-250.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛАСТОМЕРНЫХ ОПОР В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Из-за стремительного развития строительной отрасли постоянно повышаются конструктивные требования к зданиям и сооружениям (большие пролеты, огромная высота), в том числе это вызывает повышение требований к сейсмостойкости зданий и сооружений. В связи с этим применяются новые методы сейсмозащиты, в частности применение новых систем сейсмоизоляции.

Системы сейсмоизоляции – совокупность специальных конструктивных элементов, снижающих сейсмические нагрузки. Данные конструктивные элементы делятся на три группы по методу снижения сейсмических нагрузок[1]:

- Создание резервных выключающихся элементов
- Поглощение энергии сейсмических колебаний
- Повышение гибкости и периода собственных колебаний сооружения.

К последней группе элементов и относятся резинометаллические виброизоляторы – эластомерные опоры

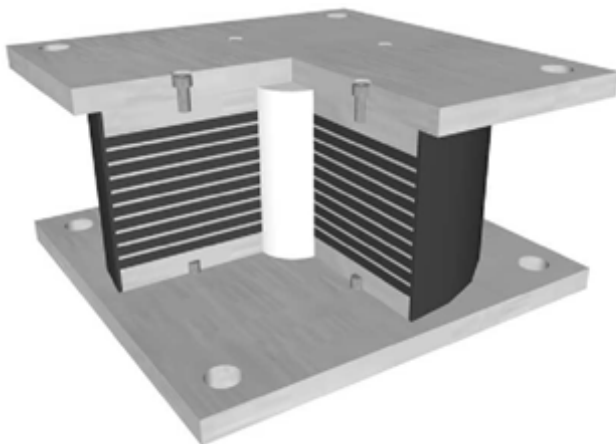


Рисунок 1. Эластомерная опора

Конструкция данного элемента бывает различна, однако в общем виде она состоит из сложенных друг на друга слоев резины(эластомера) и металлических листов.

Эластомерные опоры - конструктивные элементы, предназначенные для компенсации вертикальных перемещений и вертикальных углов поворота конструкций за счет упругой деформации. Однако их запрещается использовать в качестве опоры, на которую действуют постоянные горизонтальные нагрузки[2;3].

Наиболее широко эластомерные опоры применяются для компенсации перемещений при строительстве большепролетных конструкций (рисунок 2), в качестве сейсмоизоляции фундамента от надземных конструкций здания (рисунок 3), в качестве вибро- и шумоизоляции жилых зданий.

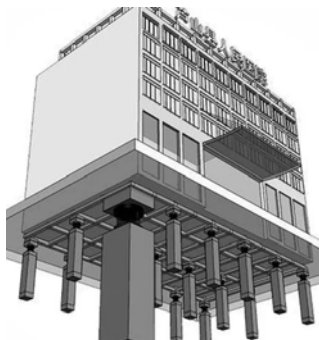


Рисунок 2. Строительство эстакады Рисунок 3. Сейсмоизоляция фундаментов от надземной части.

При строительстве к зимней олимпиаде в г. Сочи Торгово-развлекательного центра, опирание стального покрытия на железобетонные конструкции предполагалось осуществлять через эластомерные опоры. Однако возможность применения подобного конструктивного решения оказалась под вопросом: в такой конструктивной схеме возникали постоянные распорные усилия, а применение подобных эластомеров ограничивалось по предельным горизонтальным смещениям.

В свете указанных выше обстоятельств единственным выходом стало проведение экспериментальных исследований виброизолирующих опор, предлагаемых к применению в соответствии с проектом. В ходе испытаний была подтверждена и обоснована возможность применения эластомерных опор данной конструкции в системе сейсмозащиты здания торгово-развлекательного центра предполагаемой по проекту.

Спустя несколько лет после окончания строительства сотрудниками ФГБОУ ВПО МГСУ был проведен визуально-измерительный контроль несущих конструкций Торгово-развлекательного центра, в ходе которого не было выявлено серьезных нарушений в работе конструкции [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах»
2. EN 1337-3:2017, Structural bearings – part 3: Elastomeric bearings
3. ГОСТ Р 57354-2016 Опоры строительных конструкций. Часть 3. ОПОРЫ ЭЛАСТОМЕРНЫЕ. Технические условия.
4. Технический отчет МГСУ
5. «Системы сейсмоизоляции» Тарасов В.А., Барановский М.Ю., Строительство уникальных зданий. 2016. № 4 (43). С. 117-140.
6. «Эластомерные опоры как средство активной сейсмозащиты зданий» Руми Д.Ф., Усаров М., Аюбов Г.Т. В сборнике: Проблемы прочности, пластичности и устойчивости в механике деформируемого твердого тела 2015. С. 231-235.
7. «Защита зданий от вибрации, с помощью установки фундаментов на упругих эластомерных опорах.» Марусев Ю.Я. В сборнике: Защита от шума и вибрации. Под редакцией Н.И. Иванова. 2013. С. 437
8. «Вопросы анализа современной теории сейсмозащиты зданий» Смирнов С.Б., Ордобаев Б.С., Сардарбекова Э.К. Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2010. Т. 10. № 2. С. 119-121.
9. Развитие систем активной сейсмозащиты зданий и сооружений Фахриддинов У.Ф., Кондратьев В.А., Кулдашев А.Т. Жилищное строительство. 2009. № 8. С. 36.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКОСТЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

С начала XX века и до наших дней было проведено несколько аналитических, экспериментальных и численных расчетов [1,2] для исследования структурного поведения тонкостенных элементов с целью выяснения неустойчивости, гибкости и разрушения тонкостенных конструкций. Эксперименты дают результаты, безопасные в работе, но они, как правило, применяются только для простых случаев, и даже в этих случаях затраты высоки. Классические аналитические методы не могут учитывать деформируемость сечения в его плоскости и взаимодействие между формами местного выпучивания стенок профиля исследуемых конструкций [3]. Поэтому исследуются потери местной устойчивости рассматриваемых стенок профиля тонкостенных конструкций альтернативными методами.

В настоящее время метод конечных элементов (МКЭ) является наиболее широко используемым численным методом для расчета тонкостенных конструкций. МКЭ стал настолько популярным для анализа конструкций благодаря программному обеспечению моделирования ABAQUS, ANSYS и других программ для расчета и численного моделирования при исследовании поведения тонкостенных конструкций. Хотя посткритическое поведение тонкостенных профилей трудно предсказать из-за их геометрической и физической нелинейности [4]. Однако численные методы достигли такого уровня, что с помощью их можно успешно описывать нелинейное поведение вплоть до разрушения тонкостенных конструкций. Начальное состояние тонкостенной конструкции может характеризоваться локальными и глобальными геометрическими несовершенствами, остаточными напряжениями, изменением предела текучести и временного сопротивления на поперечном сечении профиля [5].

Первым этапом численного расчета тонкостенных конструкций является выполнение линейной задачи, общее уравнение которой выглядит следующим образом:

$$[K]\{U\}=\{F\} \quad (1)$$

Здесь $[K]$ – матрица жесткости конструкции, $\{U\}$ – вектор узловых перемещений, $\{F\}$ – вектор внешних нагрузок.

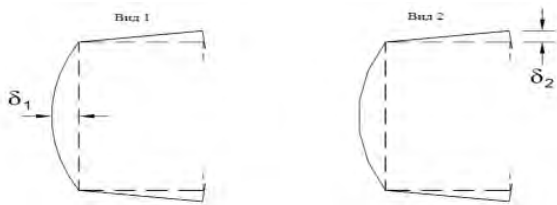


Рисунок 1. Локальное несовершенство

Методология численного расчета, принятая в линейной задаче, также позволяет определить критическую нагрузку, соответствующую самой слабой собственной форме потери устойчивости.

Числовые вычисления позволяют решить следующую задачу:

$$\det([K_0] + \delta[K_\sigma]) = 0. \quad (2)$$

Здесь $[K_0]$ – линейная матрица жесткости, соответствующая основному состоянию конструкции, $[K_\sigma]$ – матрица начальных напряжений, δ – множитель критической нагрузки.

Однако линейная задача позволяет определить равновесное состояние конструкции, но не дает никакой информации о поведении конструкции за пределами точки бифуркации.

На практике чаще встречаем такие тонкостенные конструкции, которые подвержены большим перемещениям, деформации и напряжения и в связи с этим становятся сложными функциями параметра нагрузки, нелинейные члены перестают быть пренебрежимо малыми. Поэтому решается и нелинейная задача, уравнения которой имеют вид:

$$[K(U)]\{\Delta U\} = \{\Delta F\} \quad (3)$$

$[K(U)]$ – матрица жесткости конструкции, $\{\Delta U\}$ – Вектор приращения узловых перемещений, $\{\Delta F\}$ – Вектор приращения внешних нагрузок

Для решения нелинейной задачи можно использовать несколько методов – это метод Ньютона-Рафсона, метод приращений жесткости, метод Рунге. Тонкостенные конструкции могут подвергаться местным потерям устойчивости, а также глобальным или общим потерям устойчивости и потерям устойчивости несовершенства формы Рис.2 и Рис.3. Поведение тонкостенных конструкций выражается геометрическими и физическими нелинейностями. Из-за тонких стенок и длин тонкостенных конструкций напряжения при местной потере устойчивости могут быть меньше предела текучести (Рис.3). В

некоторых случаях геометрический нелинейно-упругий анализ может описать разрушение тонкостенной конструкции.



Рис.2. Формы потери устойчивости

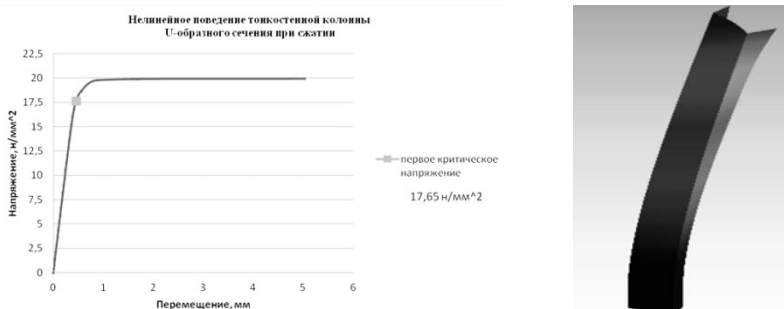


Рис.3. Нелинейное поведение U-образного профиля при сжатии

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Chou, S. M., Rhodes J.* Review and compilation of experimental results on thin-walled structures. *Computers & Structures*, 1997. Vol. 65. Pp. 47-67
2. *Hubert Debski.* Numerical and experimental analysis of stability of thin-walled structures subjected to eccentric load, 2019. Vol.19. P.792-802
3. *Crisfield M. A.* Finite elements and Solution procedures for Structural analysis. Vol. I: Linear analysis. Pinneridge, Swansea, UK, 1986
4. *Luis A. Godoy.* Thin-Walled Structures with Structural Imperfections- Pergamon, 2011. P.436
5. *Gardner L., Nethercot D.* Finite element modelling of structural stainless steel cross-sections. *Thin-Walled Structures*, 44, 2006. Pp.1048-1062

ПРИМЕНЕНИЕ АЛЮМИНЕВЫХ СПЛАВОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В связи с освоением Арктики, в России появилась необходимость использовать материалы, которые обеспечивают нормативный срок службы строительных конструкций, эксплуатируемых при пониженных температурах, повышенной влажности и воздействии агрессивных сред [1].

Для строительства в этих районах могут применяться конструкции из алюминиевых сплавов к достоинствам, которых относятся: относительно малый собственный вес, высокая коррозионная стойкость, возможность применения при отрицательных температурах. [2,3,5]

В настоящее время алюминиевые сплавы применяют в кровельных панелях и покрытиях (реконструкция стадиона «Динамо»). Арочные, конструкции и своды позволяют перекрывать большие пролеты. Примером оболочки может послужить выставочный павильон в Германии, диаметр в плане 32м, высота 10 м, конструкция покрытия представляет собой гиперboloид вращения системы Шухова. Фермы использовались при строительстве стадиона Фишт в Сочи. Купольные конструкции широко применяются за рубежом, они соединяют в себе ограждающие и несущие функции. Так в Москве в 1959г. в парке Сокольниках на национальной Американской выставке был возведен «геодезический» купол Фуллера. Конструкции из алюминиевых сплавов так же использовались в мачтах и башнях (радиомачты 76 м в высоту и опоры линий электропередач в Германии); в мостостроение (Смитфилский мост США, автомобильный мост в Канаде через реку Сегеней); при проектировании резервуаров и силосов; вантовых и висячих конструкций; затворов гидротехнических сооружений; трубопроводов; вентиляционных коробов; газо- и нефтепроводов [2,3].

Однако, при изгибе конструкций из алюминиевых сплавов из-за низкого модуля упругости возникают большие прогибы. Например, высота шарнирно-опертой балки симметричного сечения при сосредоточенной нагрузке(1) или равномерно-распределенной(2), определяется соответственно зависимостями:

$$h = \frac{\sigma l^2}{6fE} \quad (1), \quad h = \frac{5\sigma l^2}{24fE} \quad (2)$$

При одинаковых значениях прогибов, напряжений и пролетов, высота сечения из алюминиевого сплава будет в 3 раза выше стального ($\frac{E_{ст}}{E_{ал}} \approx 3$).

Для снижения прогибов необходимо уменьшить пролет, или увеличить сечение, или применять фермы и арочные конструкции, что увеличивает стоимость конструкции.

Так как в резервуаростроении возникает меньше проблем с перемещениями и прогибами, использование алюминиевых сплавов становится перспективным направлением. А меньший модуль упругости позволяет увеличивать толщину алюминиевого листа по сравнению со стальным при их ролонировании. При проектировании нормативные документы предусматривают подбор сечений стенки при действии статических нагрузок. Однако за время эксплуатации резервуары в зависимости от назначения могут испытывать до 100000 циклов нагружения. Поскольку в зонах концентрации напряжений (сопряжение стенки с днищем, лазы, люки) возможно наличие местных пластических деформаций, при циклическом нагружении эти зоны являются очагами зарождения усталостных трещин [7,8].

В данной статье моделирование работы материала в зоне концентрации напряжений при циклическом нагружении проводилось на плоских образцах с круговым отверстием ($\alpha_\sigma = 2,52$) из сплава 1915 Т.

Образцы испытывались на гидравлической машине INSTRON 8802 до появления усталостной трещины. Результаты испытаний представлены на рисунке 1 а. Кривая получена в результате расчета числа циклов нагружения N в зависимости от уровня амплитуды деформаций в зоне концентраций напряжений ε_α по формуле (3) с учетом «жесткого» режима нагружения материала в зоне концентрации.[4]

$$\varepsilon_\alpha = \frac{\ln\left(\frac{100}{100-\psi}\right)}{4N^m + \frac{1+r^*}{1-r^*}} + \frac{\sigma_{-1}}{\left(1 + \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_B} \cdot \frac{1+r}{1-r}\right) E} \quad (3)$$

где E -модуль упругости(71000МПа)

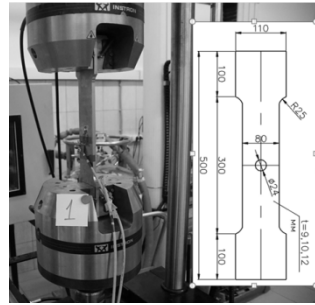
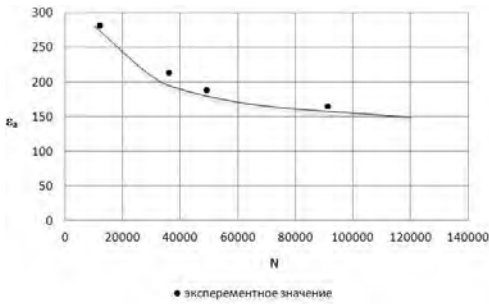
ψ - относительное сужение поперечного сечения образца при статическом растяжении (28%)

σ_{-1} -предел выносливости гладкого образца при симметричном цикле нагружения(100МПа)

σ_B -предел прочности при растяжении(360МПа)

r^* -коэффициент асимметрии цикла по деформациям ($r^* \approx 0$)

r - коэффициент асимметрии цикла по напряжениям ($r \approx 0$)



а

б

Рис.1 а) Сравнение экспериментальных и расчетных данных,
б) проведение циклических испытаний образцов

Как видно (рис.1, а) экспериментальные значения близки к расчетным. Таким образом, возможно предсказать количество циклов до разрушения конструкции из алюминиевых сплавов при малоцикловом нагружении, что расширяет область применения алюминиевых сплавов в строительстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Назукина М. В.* Образы Российской Арктики в официальном дискурсе: поиск основания для макрорегиональной идентичности // *АиС.* 2013. №11, 39-49 с.
2. *С.А.Попов* Строительные конструкции из алюминиевых сплавов. М. Высшая школа 1963, 230 с.
3. *А.Ф.Белянин, Н.Д.Бобовников, И.В. Горыкин, И.Н. Фринляндер, Р.Е. Шалин* Применение алюминиевых сплавов. М. 1985, 407 с.
4. *Злочевский А.Б.* Экспериментальные методы в строительной механике, М. Стройиздат 1983, 192 с.
5. *С. Е. Бельский, И. П. Волчок, А. А. Митяев, И. А. Свидунович* Производство алюминиевых сплавов: состояние и перспективы // *Литьё и металлургия.* 2006. №2-1 (38), 130-133 с.
6. *Масалимов И.И., Гайсин Э.Ш., Фролов Ю.А., Насибуллина О.А.* Влияние циклических нагрузжений на надежность резервуара // *Транспорт и хранение нефтепродуктов.* 2019. №3, 5-10 с.
7. *Шанявский А.А.* Ротационная неустойчивость деформации и разрушения металлов при распространении усталостных трещин на мезоскопическом масштабном уровне. II. Механизмы разрушения // *Физ. мезомех..* 2001. №1,81-95с.
8. *Вансович К.А.* Модель роста усталостных поверхностных трещин за цикл «Нагрузка-разгрузка» // *ОНВ.* 2017. №3 (153), 49-53с.

БЕТОНИРОВАНИЕ МАССИВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Географическое расположение Российской Федерации, особенности и характерные черты её отдельных климатических районов могут вносить свои корректировки в сферу возведения монолитных конструкций в зимний период. Естественно, расходы на строительство в холодное время года выше, чем летом или в межсезонье, а само выполнение работ связано с возникновением разного рода проблем и трудностей. Одним из наиболее важных этапов в проведении строительных работ является бетонирование в зимних условиях, которое, обладает своими характерными особенностями и должно производиться с применением современных технологий и методов.

Для того, чтобы гарантировать проектное качество монолитных конструкций при возведении их в зимних условиях, следует придерживаться определенного теплового режима, который можно создать с помощью некоторых из перечисленных ниже методик [1]. При этом особое внимание следует уделять массивным конструкциям, с модулем открытой поверхности менее 2 (фундаментные плиты, гидротехнические и защитные сооружения), где при возникновении градиентов температур внутри массива и на его поверхности возможно образование магистральных температурных трещин.

Наиболее распространенным способом зимнего бетонирования является применение метода термоса. Суть данного способа бетонирования состоит в том, что бетон может набирать необходимые показатели прочности при температуре окружающей среды ноль градусов и ниже за счет укладки теплоизолирующего материала по поверхности блока. В результате гидротации цемента происходит разогрев бетонного массива, а теплоизоляция препятствует потерям тепла, образуя благоприятные условия для набора прочности. При бетонировании в утепленную опалубку укладывают еще подогретую бетонную смесь и укрывают открытые поверхности.

Другим наиболее часто применяемым способом зимнего бетонирования является прогрев бетона инфракрасными лучами. Источником этих лучей могут выступать трубчатые электронагреватели различной мощности и рабочего напряжения. Для создания направленного потока дополнительно используются отражатели трапецевидной формы, сферической и параболической. В ходе применения данного метода прогрев бетонной смеси, как правило,

осуществляется с двух сторон. Для этого используются отражатели коробчатого типа. Существует также способ одностороннего прогрева сферическими излучателями, который применяется гораздо реже.

Еще одним распространенным методом бетонирования при отрицательных температурах является электропрогрев бетона. Специалисты могут разогревать смесь непосредственно на строительной площадке, погружая электроды в несхватившуюся бетонную смесь. Используя этот метод, необходимо принимать во внимание тот факт, что бетон при возрастании температуры может утратить свою подвижность. Для сохранения свойств и характеристик бетонной смеси в ее состав следует включать специальные химические добавки, регулирующие время схватывания и потерю подвижности [2].

Чаще всего прогрев бетонной смеси проводится в бадьях, в которых он готовится либо в миксерах. Эти бадьи, кроме того, оборудуются электродами и термометрами, чтобы была возможность отслеживать изменение температуры. Помимо данного способа, электропрогрев бетона может осуществляться либо в бетономешалках, при этом в чашах, по которым проводится электрический ток, могут быть заранее размещены стержни-электроды.

Также электропрогрев бетонной смеси может осуществляться в специальных конструкциях. Данный метод бетонирования базируется на использовании выделяемой теплоты при протекании электрического тока сквозь бетонную смесь. В зависимости от того, как расположены электродные стержни, разогрев может быть периферийным (стержни располагаются на внешней поверхности) или сквозным (при размещении электродов по всему поперечному сечению). При использовании рассматриваемого метода, необходимо учесть и предупредить образование солей. Для этого используется переменный ток. В случае бетонирования массивных и длинномерных конструкций, для электропрогрева бетонной смеси применяются струнные электроды, которые изготавливаются, в большинстве случаев, из гладкой арматуры диаметром от 4 до 6 мм.

Бетонирование в термоактивной опалубке – является одним из наиболее эффективных методов зимнего бетонирования [4, 5]. Термоактивная опалубка представляет собой специальные многослойные щиты, изготовленные с греющими элементами внутри. Температура для подогрева бетона передается сквозь палубу такого щита по верхнему слою изготавливаемой конструкции, а затем равномерно распространяется сквозь всю конструкцию. Важнейшим моментом в применении данного метода является равномерное и постепенное распределение температуры по всей поверхности опалубочного щита. При этом в качестве нагревательных приборов используют трубчатые

электронагреватели. Принципиальная схема термоактивной опалубки представлена на рисунке 1.

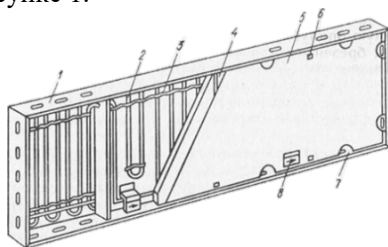


Рис. 1. Конструкция щита термоактивной опалубки.

На территории РФ в настоящее время термоактивная опалубка все чаще и чаще применяется круглогодично для того, чтобы ускорить процесс набора прочности бетонной смеси и для регулирования термонапряженного состояния при бетонировании массивных конструкций.

На основании проведенного обзора можно утверждать, что использование термоактивной опалубки может существенно облегчить строительство в любое время года и сократить его сроки. Кроме того, за счет равномерного нагрева бетона можно повысить качество монолитных конструкций и снизить энергозатраты на термообработку бетона. Также целесообразно применение термоактивной опалубки и для бетонирования массивных конструкций за счет возможности терморегуляции в бетонном массиве. Экономические затраты на приобретение данного вида опалубки будут компенсированы качеством готовой продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гныря, А.И.* Влияние времени и повышения температуры на структурообразование цементного камня. Известия высших учебных заведений. Строительство. 2017. №8. С. 34-45
2. *Батура В., Котов А.Я.* Техничко-экономическое сравнение вариантов зимнего бетонирования. Сборник докладов ТОГУ. 2019. С.359-363
3. *Кармаза М.В., Мотылев Р.В.* Технология применения противоморозных добавок при зимнем бетонировании. JOURNAL OF TECHNICAL AND NATURAL SCIENCES. 2018. №9. С.8-14
4. *Федосов С.В.* Двусторонний прогрев бетона в монолитной железобетонной фундаментной плите с использованием термоактивной опалубки. Строительные материалы. 2017. №12. С.26-27.
5. *Минаков Ю.А.* Снижение энергопотребления при обогреве бетона в термоактивной опалубке. Приволжский научный журнал. 2013. №2., С.46-52.

*Студент магистратуры 2 года обучения 6 группы ИИЭСМ, инженер
НИУ МГСУ ЛОЗиС Желетдинов Р.Р.*

*Научный руководитель - к.т.н, доцент. Е.Н. Дегаев, ст. реподователь
А.Е. Лапинов.*

НАТУРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ В СТРОЯЩЕМСЯ ЖИЛОМ ДОМЕ

При обследовании зданий и сооружений, несущую способность строительных конструкций, как правило, устанавливают на основе данных о прочности материалов, расчетных схем, нагрузках и геометрии. Однако может возникнуть необходимость в непосредственных испытаниях существующих конструкций.

Целью поведения натуральных испытаний является контроль прочности, жёсткости и трещиностойкости участка железобетонных плит перекрытия здания многоквартирного жилого дома.

Каркас здания представляет собой пространственную конструкцию сборномонолитного исполнения. В качестве стоек каркаса служат железобетонные колонны сечением 400×400 мм, роль ригелей выполняют одномодульные плиты перекрытия. Бетон панелей перекрытия тяжёлый класса по прочности на сжатие В30. Толщина перекрытия – 160 мм. Арматура плит перекрытия – горячекатаная стержневая арматура класса А500С и В500С по прочности диаметром 6-14 мм.

Натурные испытания проводились с нагружением (без разрушения конструкции) до контрольной нормативной нагрузки 470,6 кг/м².

Нагрузку на испытываемую конструкцию создавали с использованием контрольных грузов в виде еврокубов, заполненных водой массой 50 кг (без воды) полным объемом 1,15 м³. Общий вид загрузения плиты перекрытия представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Общий вид загрузения плиты перекрытия

Нагрузки до значения контрольной нагрузки прикладывались в 10 этапов, то есть шаг нагрузки составлял не более 10 % от нормативного значения нагрузки. Время выдержки на каждом этапе – не менее 10 минут. При достижении нормативной нагрузки выдержка на этапе составляла не менее 60 минут. На каждом уровне нагрузки

производилась регистрация значений контролируемых параметров в каждой контрольной точке.

Для измерения вертикальных перемещений (прогибов) испытываемых конструкций использовался метод геометрического нивелирования. До начала испытаний зафиксированы начальные высоты геодезических марок в условной системе высот. Затем в процессе испытаний фиксировались вертикальные перемещения геодезических марок на каждом этапе нагружения и после достижения расчетной нагрузки.

Испытанию подвергся участок сборных железобетонных плит перекрытия, выполненных по системе КУБ-2.5. Участок плит перекрытия подвергался равномерно-распределенной нагрузке. Поэтапное нагружение испытываемой конструкции представлено в Таблице 1. Схема расположения контрольных грузов (кубиков) представлена на рисунке 2

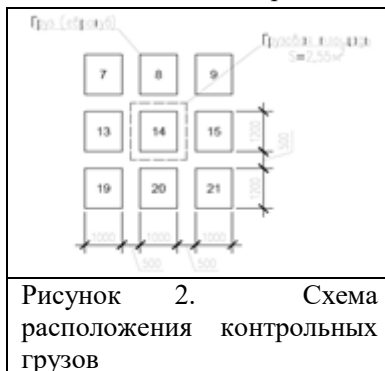


Рисунок 2. Схема расположения контрольных грузов

Таблица 1.

№ этапа	Масса груза (одного еврокуба, наполненного водой), кг	Примечание	Нагрузка, кг/м ²	Время выдерживания	Максимальный прогиб в пролёте плиты (точка 5), мм
0.	0	Нет нагружения	0	–	0
1.	120	50 кг (с.в. еврокуба) + 70 л воды	47,1	>10 мин	+0,2
2.	240	+ 120 л воды	94,1	>10 мин	-0,4
3.	360	+ 120 л воды	141,2	>10 мин	-0,4
4.	480	+ 120 л воды	188,2	>10 мин	-0,6
5.	600	+ 120 л воды	235,3	>10 мин	-0,5
6.	720	+ 120 л воды	282,4	>10 мин	-0,7
7.	840	+ 120 л воды	329,4	>10 мин	-0,7

8.	960	+ 120 л воды	376,5	>10 мин	-1,1
9.	1080	+ 120 л воды	423,5	>10 мин	-0,5
10.	1200	+ 120 л воды	470,6	60 мин	-0,8

По результатам изменений максимальное вертикальное перемещение марки (прогиб конструкции) при нагрузке $470,6 \text{ кг/м}^2$ после выдержки в течении 1 часа составило 5,5 мм, что меньше предельно допустимого значения – 35,7 мм. Предельно допустимое значение прогиба конструкции определено согласно п. 2 табл. Д.1 СП 20.13330.2016. Предельный прогиб конструкции при пролёте $L=6 \text{ м}$ составляет $L/200$, при пролёте $L=12 \text{ м}$ – $L/250$. Пролёт испытываемого участка составляет $L=7,64 \text{ м}$. Из расчёта линейной интерполяции при пролёте 7,64 в предельно допустимый прогиб составляет $L/214$ пролёта плиты (3,57 см).

Выполненные испытания исходя из полученных значений прогибов выявили достаточный запас прочности исследуемого участка сборных железобетонных плит перекрытия относительно расчётных значений, соответственно испытываемая конструкция перекрытия удовлетворяет требованиям ГОСТ 8829-2018 по прочности, жёсткости и трещиностойкости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кодыш Э.Н., Трекин Н.Н., Никитин И.К., Соседов К.Е.* Практические методы и примеры расчета железобетонных конструкций из тяжелого бетона по СП 63.13330. Монография. М.: Издательско-полиграфическое предприятие ООО «Буманжник», 2017. С. 347-349.
2. *Кодыш Э.Н., Никитин И.К., Трекин Н.Н.* Расчет железобетонных конструкций из тяжелого бетона по прочности, трещиностойкости и деформациям. Монография. М.: Издательство АСВ, 2010. С. 210-270.
3. *Travush V.I., Fedorova N.V.* Survivability parameter calculation for framed structural systems// Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2017. No 1 (33). С. 6-14.
4. *Тамразян А.Г., Попов Д.С.* Reduce of bearing strength of the ben treinforced concrete elements on a sloping section with the corrosive damage of transversal armature. (2017) МАТЕС Web of Conferences, 117, No 00162.
5. *Вильман Ю.А., Синенко С.А., Грабовый П.Г., Грабовый К.П., Король Е.А., Каган П.Б.* Особенности технологии и механизации возведения многоэтажных зданий.. Вестник МГСУ. 2012. No 4. С. 170-174.

Студент 4 курса 7 группы ИСА Жидков Ю.А.

Студент магистратуры 1 года обучения 3 группы ИСА Шарипов М.З.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук А.Н. Шувалов

ОЦЕНКА ХЛАДОСТОЙКОСТИ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ СТАЛИ

Хладостойкость строительной стали – способность сопротивляться хрупким разрушениям при низких температурах окружающей среды. Критическая температура хрупкости зависит от предела текучести и микроструктуры стали. Любой фактор, повышающий предел текучести без измельчения зерна, а также крупные частицы хрупких составляющих повышают температуру хрупкости [1,2,3]. Основным способом оценки хладостойкости стали являются сериальные испытания на ударную вязкость KCU и KCV образцов с надрезом одинаковых по размерам и форме. По результатам этих испытаний определяют T_{50} – температуру, при которой после определения ударной вязкости в изломе образца содержится 50% вязкой составляющей. Хладостойкость строительной стали регламентируется значениями ударной вязкости при температурах -20 , -40 или -70°C (рис.1).

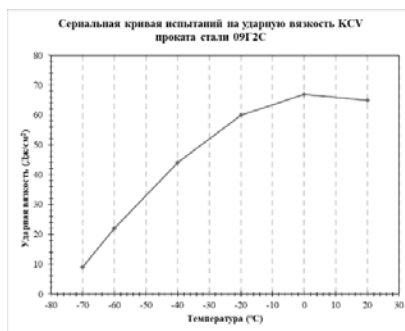
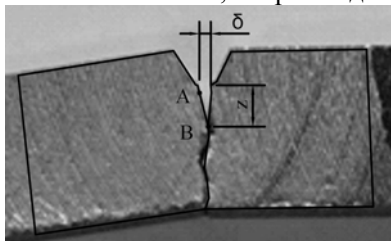


Рис. 1. Сериальная кривая ударной вязкости стали 09Г2С [4]

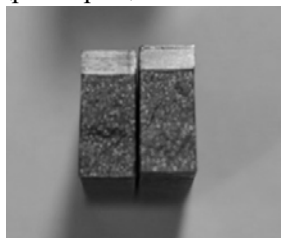
Ударная вязкость – характеристика, количественно описывающая сопротивляемость стали хрупкому разрушению. Она характеризуется количеством работы, затраченной на разрушение специального образца на маятниковом копре, отнесенным к единице площади излома. В отечественной практике ударная вязкость стального проката определяется преимущественно на образцах с полукруглым надрезом (тип 1 по ГОСТ 9454-78). За рубежом в основном используют образцы с острым треугольным надрезом. Экспериментально установлено, что применительно к прокату строительной стали переход от значений KCU к значениям KCV достигается увеличением температуры на 40°C при прочих равных условиях. В частности, значения KCU при -70 и -40°C будут соответствовать значениям KCV при -30°C и при нуле.

Были проведены сериальные испытания на ударную вязкость образцов с острым треугольным надрезом, отобранных из сварного соединения швеллера 20У из стали 09Г2С. Работа, затраченная на

разрушение образца, определялась как разность между полной работой копра и остатком энергии копра, которая зависит от структуры стали. При сложении половинок испытанных образцов стали 09Г2С с острым надрезом типа *V* видно (рис.2), что контуры излома совпадают от некоторой точки *B* на глубине *z* и до выбега трещины. На участке *AB* трещина прорезала образец мгновенно. От старта трещины *A* и до точки *B* есть широкий клин раскрытия, где уже после прохода трещины ее берега разведены пластическими деформациями изгиба оставшейся части поперечного сечения. Раскрытие трещины δ и глубина *z* отражают пластический изгиб, сопровождающий подрост трещины.



а



б

Рис. 2. Схема излома образца стали 09Г2С с надрезом типа *V*:
 а) траектория магистральной трещины в изломе после сложения половинок образца,
 б) поперечное сечение хрупкого излома

По гистограмме ранжирования результатов испытаний можно заметить большой разброс значений ударной вязкости (рис.3). Такие результаты особенно заметны при наличии дефектов в структуре сварного шва и околошовной зоны сварного соединения (рис.4).

Известно, что работу разрушения увеличивает измельчение зерна в сплавах [3,5]. Поэтому обязательным условием сохранения хладостойкости при увеличении предела прочности стали является не только измельчение, но и обеспечение однородности микроструктуры материала. На рис. 4 представлена микроструктура ударных образцов, исследованная с помощью оптического микроскопа.

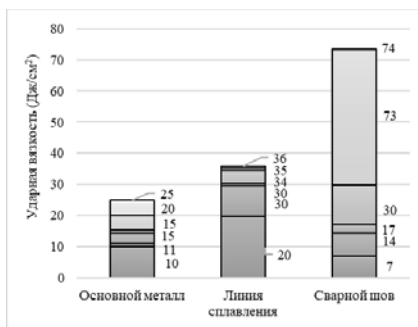
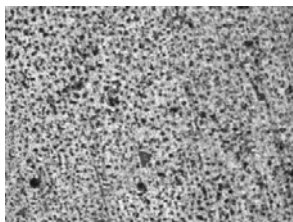
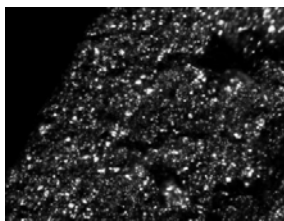


Рис. 3. Гистограмма результатов испытаний сварных соединений стали 09Г2С на ударный изгиб



а



б

Рис. 4. Микроструктура основного металла в сварном соединении из стали 09Г2С:

а) мелкозернистая феррит-перлитная структура и неметаллические включения на поверхности шлифа,

б) блестящие неметаллические включения на поверхности излома

Установлено, что различие в содержании неметаллических включений в зонах сварного соединения, определенное как в изломе, так и на поверхности шлифов образцов приводит к разбросу значений вязкости. Исходя из теории скачков и прерывистости разрушения [2], можно предположить, что вязкость понижается, если ударная волна отражается от дефектов структуры. Повышение вязкости происходит при условии энергозатрат на разрушение твердых и хрупких включений в структуре блестящего излома.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Штремель М.А.* Разрушение. Книга 1. Монография. М.: МИСиС, 2014. 670 с.
2. *Писаренко Г.С., Лебедев А.А., Матвеев В.В., Новиков Н.В., Третьяченко Г.Н., Троценко В.Т.* Прочность материалов и элементов конструкций в экстремальных условиях. Том 1. Киев: Издательство «Наукова думка», 1980, 535 с.
3. *Панин В.Е., Лихачев В.А., Гриняев Ю.В.* Структурные уровни деформации твердых тел. Новосибирск: Наука, 1985, 232 с
4. *Одесский П.Д., Кулик Д.В.* Сталь нового поколения в уникальных сооружениях. М.: Интернет Инжиниринг, 2005. 176 с.
5. *Одесский П.Д., Шабанов И.П., Арсенкин А.М., Шувалов А.Н., Лихачёв М.В.* Оценка сопротивления разрушению металла труб большого диаметра при испытаниях полнотолщинных образцов. Деформации и разрушение материалов №4, М.: Наука и технологии, 2015, 29-41 с.

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ

На развитие республик Северного Кавказа в последние годы выделяют много субсидий из федерального бюджета, в том числе и в строительную отрасль. [1] Это говорит о выгодности финансовых инвестиций в регион, особенно в туристический и рекреационный сектор, привлекательность которого диктуется высочайшими горными хребтами России и Европы - необыкновенной природой. [5]

С развитием экономики, увеличением численности населения, ростом доходов и улучшением качества жизни человека необходимость в местах отдыха увеличивается. Современным городам все больше становятся присущи большепролетные здания и сооружения. Торговые, складские, спортивные комплексы, промышленные здания, сооружения транспортной инфраструктуры – являются именно той областью, в которой функциональные и общеэстетические свойства большепролетных конструкций раскрываются лучшей стороной. В спальных районах больших городов рекреационные функции в том числе несут большепролетные здания, так как они сосредотачивают множество объектов развлечений, вмещают в себя большое количество людей, обеспечивают рабочими местами и выполняют несколько экономически важных функций в одно и то же время.

Предлагаю рассмотреть основные положительные и отрицательные стороны строительства зданий на Кавказе, так как региональные факторы будут являться одним из ключевых факторов при расчете стоимости строительства.

Как преимуществом, так и недостатком можно считать наличие скальных грунтов. Они являются надежным основанием для строительства, ввиду их высокой прочности, сопротивлению промерзанию и сжимаемости, а также их устойчивости к грунтовым водам и даже землетрясениям, но все это потребует значительно больших затрат, чем при работах на обычных, поддающихся отрыву грунтах.

Следующая положительная сторона — это транспортная доступность. Удобство заключается в том, что Кавказ расположен в сутках езды от столицы России, и все необходимые ресурсы могут быть доставлены из соседних регионов в сравнительно небольшой срок. [2]

Отрицательной характеристикой можно назвать высокую сейсмичность. В России существуют несколько районов с высокой сейсмичностью, куда в том числе входит и Северный Кавказ. Например,

при строительстве зданий и сооружений в столице Кабардино-Балкарской республики городе Нальчик следует рассчитывать, основываясь на расчетной интенсивности сейсмичности как минимум в 8 баллов из 12 возможных по шкале MSK-64. А если строить здание в городе Тырнауз той же республики – расчетная интенсивность сейсмичности может достигать 10 баллов. [3]

Таблица 1

Список некоторых населенных пунктов Российской Федерации, расположенных в сейсмических районах, с указанием расчетной сейсмической интенсивности в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности - А (10%), В (5%), С (1%)

Наименование субъекта РФ и населенных пунктов	Карты ОСР-2015		
	А	В	С
Нальчик	8	9	9
Тырнауз	8	9	10
Черкесск	8	8	9
Махачкала	8	9	10
Назрань	8	9	10
Владикавказ	8	9	10
Грозный	8	9	10
Майкоп	7	8	9

Следующей отрицательной стороной можно назвать недостаток кадров. В связи с развивающейся экономикой в стране, большое количество молодых специалистов предпочитают покидать родные края и работать в столице страны, ввиду разницы заработной платы.

Как же справляться с этими сложностями строительства на Кавказе?

Очевидно, что для сохранения молодых кадров, региональным властям следует предпринимать какие-либо программы стимулирования положительного потенциала перспектив работы на благо своего региона, либо реформы по поддержке малого бизнеса и т.д.

Что касается конструктивной части влияния на увеличение сейсмостойкости будущего здания, то первое, что предпринимается для этого – применение в проекте высокопрочных материалов, которые не разрушаются от подземных толчков и колебаний. Такие технологии, как, например, сейсмоустойчивая арматура класса прочности А500 МПА; добавление в цементный раствор пластификаторов и адгезирующих добавок; использование сейсмопояса, который защищает здание от появления трещин. Все это будет влиять на увеличение финансовой составляющей, но обеспечит безопасное пребывание людей.

С точки зрения защиты здания на этапе устройства фундамента – существуют сейсмобезопасные фундаменты с различными сейсмоизоляторами, которые позволяют значительно «облегчить» колебательные возбуждения землетрясений. [6]

В некоторых случаях здание окружают мощным стальным каркасом, который поглощает самые сильные толчки, поскольку сталь примерно в 10-12 раз прочнее бетона.

Так же существуют архитектурно-планировочные решения при сейсмостойком строительстве – это устройство антисейсмических швов, которые особенно актуальны при строительстве большепролетных зданий. Благодаря антисейсмическим швам, толчки не будут распространяться на все здание, но будет работать только та часть ее, которая непосредственно принимает нагрузку.

Рассмотрев особенности строительства зданий на Северном Кавказе, включающих большепролетные конструкции, можно сделать вывод, что строительство усложняется высокой сейсмичностью и требует повышенной внимательности при проектировании и организации строительно-монтажных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Р. Г. Абакумов, Я. В. Лусенков*, Преимущества и недостатки конструкций применяемых при строительстве высотных и большепролетных зданий // Международный науч-ный журнал «Инновационная наука» №04-3/2017 ISSN 2410-6070, с. 86-88
2. *Е. А. Лаврова, С. А. Войтович*, Об особенностях проектирования и технологии возведения большепролетных зданий и сооружений, Молодежь и системная модернизация страны, 22-23 мая 2018 года ISBN 978-5-9908449-7-1 ТОМ 3, с. 211-214.
3. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81.
4. *В. И. Смирнов*, Сейсмоизоляция — современная антисейсмическая защита зданий в России // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений № 4, 2013г. стр. 41-54
5. *С. А. Литина*, Перспективы формирования туристско-рекреационного комплекса в республиках Северного Кавказа // Туристско-рекреационный комплекс 34 (91) – 2010 стр. 60-64
6. *Б. С. Ордобаев*, Инженерные методы по снижению сейсмического риска зданий и сооружений // Технологии гражданской безопасности. том 10, 2013, № 4 (38), с. 62-66.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ СВАРНЫХ ШВОВ СТАЛЬНОГО ШПУНТА, УСИЛЕННОГО ДВУТАВРОВОЙ БАЛКОЙ

Шпунты основным конструктивным элементом при сооружении ограждений глубоких котлованов зданий и сооружений. Шпунтовое ограждение служит водонепроницаемой преградой и удерживает грунт от обрушения при возведении существующих строений и движения транспорта [1].

В ряде случаев даже наиболее тяжелые шпунты типа Л4 и Л5 обладают недостаточной прочностью при восприятии изгибающих моментов от действия грунта, поэтому появляется необходимость в проведении дополнительных дорогостоящих мероприятий, позволяющих снизить горизонтальные нагрузки на шпунт: использование каменных разгрузочных призм, экранирующих свайных рядов, разгрузочных эстакад [2].

Но существуют способы повышения несущей способности шпунтов. Одним из них является усиление сечения шпунта приваренной двутавровой балкой [3]. Выбор балки двутаврового сечения обусловлен тем, что двутавр является наиболее эффективным сечением, работающим на изгиб. Сечения конструкции располагаются таким образом, чтобы усилия от давления грунта передавались в плоскости стенки двутавра.

При этом сварка является сложным технологическим процессом, при выполнении которого велика вероятность различного рода дефектов, следовательно, необходим контроль на всех этапах производства работ, в том числе и неразрушающий контроль уже готового изделия, для обеспечения достаточного уровня качества и надежности ограждающих конструкций [4]. Особенно это актуально для ответственных сооружений, к которым относится шпунтовое ограждение.

Для оценки качества усиленного двутавровой балкой шпунта были выполнены комплексные натурные испытания. В рамках испытания были проведены: визуальное и измерительное обследование сварных швов, капиллярный контроль качества сварных швов, лабораторное испытание для определения физико-механических характеристик металла шва и натурные испытания образцов на изгиб при пролете 12 метров.

При проведении испытания нагрузку прикладывали поэтапно. Расчетные контрольные нагрузки составили 1100 кН (по прогибу) и

1440 кН (по прочности), что соответствует изгибающим моментам 2722кН•м и 3564кН•м соответственно.

В процессе испытания выполнялся контроль прогибов с использованием индикаторов, расположенных в середине пролета и над опорами (для учета осадки опор). Также проводился контроль деформаций с использованием тензорозеток и отдельно установленных тензорезисторов (рисунок 2 и 3). Полученные в результате измерения деформации по тензорезисторам ($\frac{\text{МКМ}}{\text{М}}$) переводили в напряжения с использованием модуля упругости (E) для стали, равного 206 ГПа. При этом напряжения в точке (σ_i) определяли по формуле (1):

$$\sigma_i = \varepsilon_i \times E \quad (1)$$

Для тензорезисторов, объединенных в тензорозетки, определяют главные деформации (ε_1 и ε_2) и деформации сдвига (γ_{xy}). При этом величины главных и сдвиговых напряжений определяют по формулам (2) и (3). Здесь коэффициент Пуассона (μ) принимают равным для стали 0,3, а модуль сдвига (G) – 79 ГПа.

$$\sigma_{1,2} = \frac{E}{1 - \mu^2} \cdot (\varepsilon_{1,2} + \mu \cdot \varepsilon_{2,1}) \quad (2)$$

$$\tau_{xy} = \gamma_{xy} \times G \quad (3)$$

При испытании удалось достичь максимальной суммарной 1600 кН, что соответствует изгибающему моменту 3960кН•м. При достижении данной нагрузки произошла потеря устойчивости балки усиления, в результате чего испытание было остановлено.

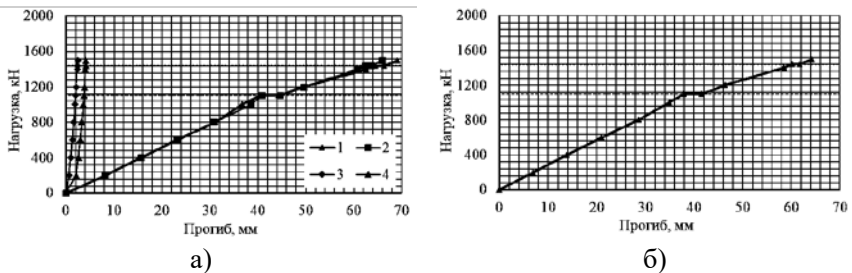


Рисунок 2. а) Результаты измерений по индикаторам б) прогиб в середине пролета с учетом осадки опор

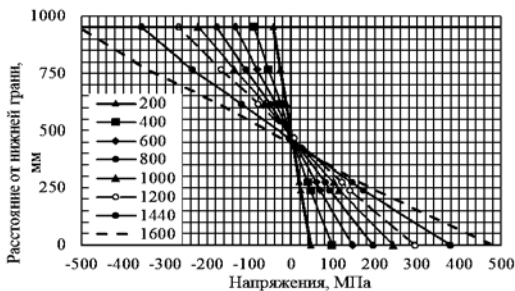


Рисунок 3. Распределение напряжений по высоте сечения в зависимости от нагрузки

В результате натуральных испытаний установлено, что прочность сварного шва обеспечена на всех этапах нагружения, а выявленные напряжения не превосходят предела пропорциональности. Визуальный, измерительный и капиллярный контроли показали отсутствие недопустимых дефектов до и после испытания. При достижении контрольной нагрузки по деформациям прогиб не превосходил 1/500 пролета. В дальнейшем при проведении подобных испытаний рекомендовано испытывать усиленные шпунты в пакете (несколько шпунтов) для предотвращения потери устойчивости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шипелев И.Л., Захарова Я.Ю., Кандыбко Я.И. Обоснование использования шпунта Ларсена из ПВХ взамен металлического аналога// Дальний восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. 2019. Т.1, № 1. С. 191-194.
2. Нестеров А.С. Применение бездефектных технологий при устройстве ограждающих стен котлованов с использованием стального трубчатого шпунта// Развитие дорожно-транспортного комплекса и строительной инфраструктуры на основе рационального природопользования. 2012. С. 319-323.
3. Пестряков Е.П. Экспериментальные исследования стальных двутавров на чистый при воздействии статической нагрузке// Научный альманах. 2017. № 3-3(29). С.180-183.
4. Пануша А.Г., Андреев А.Н. Анализ дефектов в сварных соединениях, выполненных электронно-лучевой сваркой// Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2017. Т.1, №13. С.424-426.
5. Сухов М.Ф. Расчет гибкого шпунтового ограждения подтопленного котлована строительной площадки. Вестник волжского регионального отделения РААСН. 2015. №8. С.142-145

*Студент 3 курса 41 группы ИИЭСМ Кокнаев Д.И.,
Студент 3 курса 41 группы ИИЭСМ Головкин А.А.
Научные руководители – Директор НОЦ ИС Ю.С. Кунин, зав.
Сектором НИЛ ОРЗиС В.И. Котов*

МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И КАМЕННЫХ БАЛОК И БАЛОЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

С течением времени несущая конструкция сооружения может разрушаться, а иногда это строительное сооружение подвергается преобразованию, поэтому требуется усилить конструкцию из-за повышения нагрузок. Существует множество способов для того, чтобы привести конструкцию в рабочее состояние или подготовить к новым условиям работы, не изменяя ее в целом.

В данной работе раскрывается такой способ усиления как усиление железобетонных и каменных балок и балочных конструкций композитными материалами.

Перед тем как проводить усиление, необходимо узнать причины дефектов конструкций:

1. Эксплуатационный износ;
2. Изменение условий использования конструкций (перепрофилирование здания, увеличение нагрузок, выполнение надстройки или реконструкция);
3. Нарушение условий эксплуатации (воздействие кислот, масел, температурный нагрев, размораживание);
4. Непредвиденные экстремальные влияния на конструкции, такие как землетрясения, потопа, пожары и техногенные катастрофы.

Дефекты, возникающие в железобетонных и каменных балках и балочных конструкциях:

1. Нормальные трещины в растянутой и сжатой зонах, появляющиеся из-за перегрузок или ослабления бетона.
2. Приопорные трещины.
3. Раздробление бетона опорных частей.
4. Наклонные трещины у опор.
5. Продольные трещины в сжатой зоне.
6. Трещины вдоль арматуры, ржавые подтеки, причиной которых является коррозия арматуры в результате нарушения защитного слоя бетона или действия агрессивных сред.
7. Сколы защитного слоя бетона
8. Силовые трещины в опорной части балки, возникающие из-за недостаточной анкеровки, или силовые трещины по всей высоте балки, возникающие из-за развития более мелких трещин.

Основными причинами возникновения дефектов являются ослабление бетона, утоньшение арматуры в следствии коррозионного воздействия, а также нарушения технологии при строительстве.

При возникновении дефектов в балках их необходимо восстановить и усилить, то есть произвести комплекс работ, направленный на повышение несущей способности элемента строительной конструкции, либо полностью заменить, в случае если разрушение слишком велико и элемент не подлежит восстановлению.

Самым опасным дефектом является нормальная трещина в растянутой зоне, так как она возникает в середине пролета, то есть в зоне с наибольшим изгибающим моментом и сильнее всего уменьшает площадь поперечного сечения балки, тем самым ещё больше увеличивая напряжение.

Для того, чтобы устранить данные дефекты можно применить усиление железобетонных балок углепластиковыми ламелями и углеродными лентами.

Усиление железобетонных балок производится путем наклеивания фиброармированных ламелей на растянутые волокна по всей длине, а в приопорной зоне применяют поперечные или наклонные, по отношению к продольной оси балки, ленты, наклеиваемые снизу и с боков балочных конструкций.

Нанесение более 3 слоев полимерных материалов не рекомендуется, в связи с тем, что последующие слои не будут вносить значительного усиливающего эффекта.

Технология монтажа углепластиковых элементов заключается в том, что они разогреваются до высокой температуры, для создания преднапряжения, после чего включаются в работу конструкции с помощью термореактивного клея с адгезивными свойствами.

Эффективность применения материалов из ФАП (фиброармированная пластмасса) проверялась с помощью эксперимента, в котором сила прилагается в центр балки на двух опорах. Балок было 3: первая была без усиления, вторая была усилена углеродными холстами, а третья ламелями. Лучшее себя показал третий вариант, в то время как второй оказался не сильно хуже.

Результаты практического исследования представлены на рис. 1.

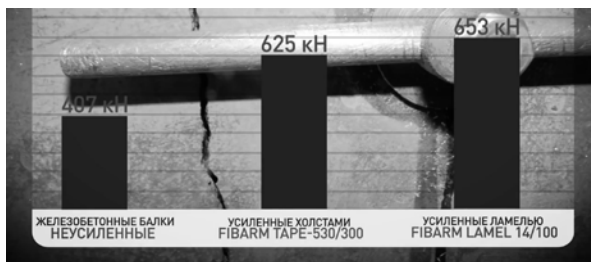


Рис. 1. Экспериментальные значения несущей способности балок.

Железобетонные балки, усиленные ламелью или холстами, обладают несущей способностью в 1.6 раз выше, чем у не усиленных балок, поэтому использование системы усиления с помощью фиброармированных пластмассовых элементов целесообразно применять в конструкциях, для увеличения возможных нагрузок и срока эксплуатации. Усиление балок композитными материалами обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными методами, это: быстрота и простота монтажа, малый удельный вес материалов, высокая стойкость к коррозии, а так же конструкция не ослабляется сопутствующими операциями, такими как сверление, но так же есть и недостатки, в первую очередь это высокая стоимость, по мимо этого, низкая огнестойкость и токсичность при изготовлении и эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Курлапов Д.В., Куваев А. С., Родионов А.В., Валеев Р.М.* Усиление железобетонных конструкций с применением полимерных композитов // Инженерно-строительный журнал// 2009. №3(5). С. 22-24.
2. *Аирабов А.А., Ахмедов Ш.Б., Сагатов Б.* Усиление железобетонных балок полимерными композитами // Сборник научных трудов РААСН. Российская академия архитектуры и строительных наук// Москва. 2016. С. 413-417.
3. *Давидюк А.Н., Спивак Н.А.* Применение высокопрочных композитов для усиления железобетонных конструкций // Бетон и железобетон// 2016. №2. С. 13-16.
4. *Клюев А.В.* Усиление изгибаемых конструкций композитами на основе углеволокна //Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова// 2011. №3. С. 38-41.
5. *Федоров В.В., Баркая Т.Р., Скудалов П.О., Шедяков Д.А.* Восстановление и усиление строительных конструкций углеволоконными композитами // В сборнике: Инновации и моделирование в строительном материаловедении Сборник научных трудов//Тверь. 2016. С. 120-126.

*Студент 3 курса 41 группы ИИЭСМ Кокнаев Д.И.,
Студент 3 курса 41 группы ИИЭСМ Головкин А.А.
Научные руководители – Директор НОЦ ИС Ю.С. Кунин, зав.
Сектором НИЛ ОРЗиС В.И. Котов*

МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И КАМЕННЫХ КОЛОНН КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

В процессе эксплуатации любого строительного сооружения несущая конструкция может выходить из строя, разрушаться, а в некоторых случаях это строительное сооружение подвергается модификации, и появляется потребность в усилении конструкции по причине повышения нагрузок. Поэтому существует множество способов, чтобы привести ее в рабочее состояние, при этом не заменяя конструкцию в целом.

В данной работе рассматривается один из способов усиления - увеличение несущей способности отдельных элементов здания, а именно железобетонных и каменных колонн.

Прежде чем говорить об усилении, нужно рассмотреть возможные причины дефектов конструкций:

1. эксплуатационном износе;
2. изменении условий эксплуатации конструкций (перепрофилирование здания, увеличение нагрузок, выполнение надстройки, реконструкция);
3. нарушении условий эксплуатации;
4. после экстремальных случайных воздействий (землетрясения, пожары, взрывы, техногенные аварии).

Дефекты, которые могут при этом возникнуть в колоннах:

1. Продольные трещины по всему сечению.
2. Трещины вдоль арматуры, ржавые подтеки (причиной возникновения дефекта в основном является коррозия арматуры вследствие нарушения защитного слоя бетона и воздействия агрессивных сред).
3. Отслоившиеся лещадки бетона (дефект возникает при огневом воздействии при пожаре или давлении новообразований (солей, льда)).
4. Трещины скола, возникающие в местах опирания на колонны балок и ферм (причиной возникновения является перегрузка, недостаточная прочность бетона, неправильное армирование).

В основном конкретной причиной могут служить недостаточная прочность бетона, перегрузка, коррозия арматуры, огневое воздействие при пожаре и т.д.

В зависимости от характера и степени повреждений колонну либо заменят полностью, либо отремонтируют, а также усилят. Усиление – это комплекс работ, направленных на повышение несущей способности

конструкции. Продольные трещины – самый опасный вид дефектов, так как он явно свидетельствует о превышении максимальных вертикальных нагрузок, которые должна выдерживать колонна.

Для устранения этих дефектов колонны можно усилить ламинатами (ламелями) или холстами из композитных материалов, которые представляют собой многокомпонентные материалы, один из которых является основой (матрицей), а остальные являются армирующими элементами. Холсты обычно выполнены из углеродных или стеклянных волокон.

Для усиления колонн на сжатие рациональнее использовать холсты, которые обклеиваются обоймой, то есть со всех сторон колонны перпендикулярно продольной оси, с небольшим интервалом либо без интервалов вовсе. Рекомендуется наносить не более 3 слоев обоймы в одном месте, так как дальнейшее обкручивание колонны в одном месте не считается рациональным. На круглые колонны в ряде случаев наносят обойму не послойно, а спиралью, что позволяет усилить колонну и на сжатие, и на изгибающий момент, если таковой имеется.

Если же известно, что колонна сжимается с эксцентриситетом, то для восприятия изгибающих моментов на колонну под обойму крепят дополнительный продольный элемент, который называют ламелью. В основном ламели армированы однонаправленно.

Обклеивание происходит с помощью термореактивного адгезива. Обоймы обычно нагревают перед наклеиванием. Это позволяет создать преднапряженное состояние после остывания обоймы и последующего сжатия материала. Такой способ нанесения обоймы позволяет включить ее в работу на сжатие колонны.

Для подтверждения эффективности использования усиления композитными материалами был проведен эксперимент: колонны длиной 2,5м, квадратного сечения со стороной в 25 см подвергались сжатию. Колонн было 4: одна была без усиления, вторая была обклеена холстами полностью, третья была усилена ламелями продольно, а четвертая была усилена и продольными ламелями, и горизонтальными (хомутами). Результаты представлены на рис. 1. Эксперимент показал, что самое большое увеличение несущей способности показал способ усиления колонны холстами, тогда как ламели не ощутимо усиливают колонны при работе на сжатие.

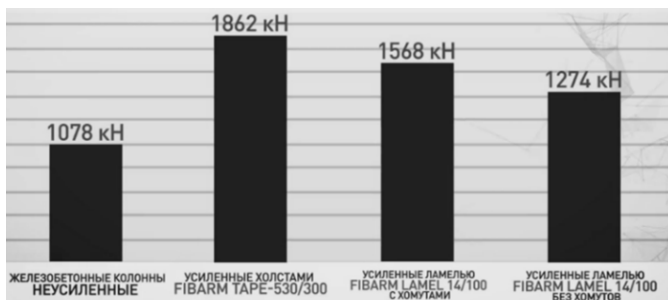


Рис. 1. Результаты испытания железобетонных колонн на сжатие.

Железобетонные усиленные холсты обеспечивают увеличение несущей способности сжимаемых железобетонных элементов на 60%. Это доказывает, что применение системы внешнего армирования с углеродными лентами и ламелями эффективно для конструкции больших размеров и способно продлить жизнь конструкции на десятки лет. Так же усиление колонн композитными материалами имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами, а именно: малая трудоемкость, относительная простота процесса усиления и возможность не ослаблять колонну дополнительными действиями, такими как сверление.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Курапов Д.В., Куваев А. С., Родионов А.В., Валеев Р.М.* Усиление железобетонных конструкций с применением полимерных композитов // Инженерно-строительный журнал// 2009. №3(5). С. 22-24.
2. *Аирабов А.А., Ахмедов Ш.Б., Сагатов Б.* Усиление железобетонных балок полимерными композитами // Сборник научных трудов РААСН. Российская академия архитектуры и строительных наук// Москва. 2016. С. 413-417.
3. *Давидюк А.Н., Стивак Н.А.* Применение высокопрочных композитов для усиления железобетонных конструкций // Бетон и железобетон// 2016. №2. С. 13-16.
4. *Федоров В.В., Баркая Т.Р., Скудалов П.О., Шедяков Д.А.* Восстановление и усиление строительных конструкций углеволокнистыми композитами // В сборнике: Инновации и моделирование в строительном материаловедении Сборник научных трудов.//Тверь. 2016. С. 120-126.
5. *Юрьев А.Г., Панченко Л.А., Серых И.Р., Мостафа О., Ата Эль-Карим Ш., Павленко В.И.* Эффект усиления круглых колонн волокнистыми композитами //Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова//2014. № 4. С. 20-22.

*Студент 3 курса 41 группы ИИЭСМ Кокнаев Д.И. ,
Студент 3 курса 41 группы ИИЭСМ Головкин А.А.
Научные руководители – доц., канд. техн. наук В.А.Ермаков, ст.
преподаватель Л.З. Зейд Килани.*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

На сегодняшний день очень актуальным является вопрос мониторинга уникальных строительных сооружений, так как безопасность людей зависит от того, насколько надежно это здание. Так же остро стоит вопрос экономии: рациональнее вложить средства на преждевременное обнаружение слабых мест конструкции и их устранение, чем обеспечить ремонт после поломки несущих конструкций и ликвидировать последствия разрушения.

В связи с этим необходима организация систем мониторинга инженерных конструкций (СМИК), которая представляет собой процесс постоянного наблюдения за значениями тех или иных параметров характеризующих напряженно-деформированное состояние (НДС) конструкций (показания датчиков) и сравнение их с предельными величинами, что позволяет оценить техническое состояние конструкции в текущий момент времени. Для решения этой задачи необходимо произвести расчет несущей способности конструкций с помощью метода конечных элементов (МКЭ).

Целью расчета является определение мест расположения датчиков и их предельных значений с помощью адекватной модели сооружения, которая наиболее точно описывает деформирование реальной конструкции.

В процессе данной работы были рассмотрены конструкция покрытия одного из строительного сооружения. Расчетная схема состояла из 98251 конечного элемента, которые были представлены балками (beam 188) линейными двухузловыми и плоскостями (shell 181) – многослойными оболочками с деформирующимися плоскостями. Структуры поясов ферм и раскосов представлены линейными элементами, элементы плоскости использовались для моделирования поверхности покрытия, что обеспечивало его жесткость, а также сбор нагрузок. Слои оболочки покрытия делались в соответствии с проектом. Основания всех колонн были жестко закреплены в основании. В качестве материалов были приняты сталь (для стержней и профлистов – нижняя часть покрытия), пеностекло (средняя часть покрытия), алюминий (верхняя часть покрытия), бетон В25 (колонны), стекло (отдельная бесслойная часть покрытия).

Оценка адекватности осуществлялась путем сопоставления расчетных и экспериментальных значений частот и форм колебаний от действия собственного веса покрытия, так как натурные измерения проходили осенью без снега.

Значения первых трех частот колебаний составили соответственно (расчетное значение – экспериментальное значение): 1. 3.15 – 3.07 Гц; 2. 3.32 – 3.34 Гц; 3.42 – 3.71 Гц, что подтверждает адекватность разработанных расчетных моделей. Формы колебаний представлены на рисунке 1.

На основе опыта проектирования систем мониторинга в России и за рубежом, а также с учетом НДС несущих конструкций покрытия при организации СМИК наиболее целесообразно контролировать собственные частоты колебаний, прогибы и углы поворота элементов конструкций.

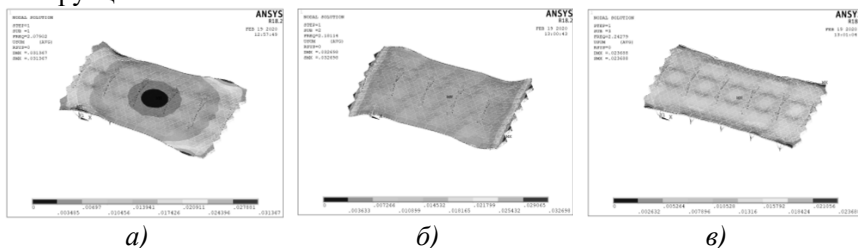


Рис. 1. Формы собственных частот колебаний конструкции покрытия:
 а) 1-ая форма; б) 2-ая форма; в) 3-ая форма

В результате прочностного расчета адекватных моделей определено, что максимальные значения НДС возникают при действии веса покрытия и снеговой нагрузки, а ветровые воздействия практически не влияют при данной стреле подъема покрытия.

На рисунке 2 показаны изополя значений углов поворота относительно осей X и Y и прогибов конструкций для СМИК.

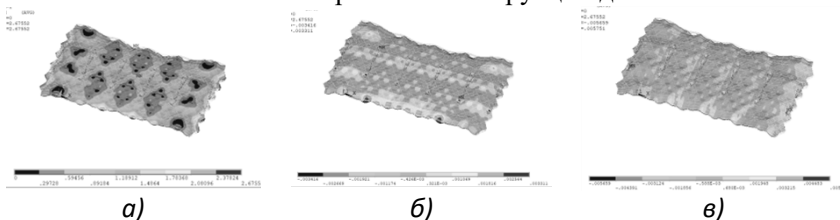


Рис. 2. Изополя контролируемых параметров конструкций: а) суммарные вертикальные перемещения, см; б) вращение вокруг оси X, рад; в) вращение вокруг оси Y, рад

Контроль прогибов наиболее целесообразно проводить с помощью электронного тахеометра с автоматическим наведением на

световозвращающие призмы, а регистрацию углов поворота – с помощью тензометрических инклинометров.

В соответствии с рисунком 2 призмы необходимо устанавливать в зонах максимальных вертикальных перемещений, то есть в пролетах и на консолях покрытия, а инклинометры на элементах у опорных узлов.

Также в состав СМИК входят акселерометры, ведущие запись ускорений (рис. 3). Места их установки отображены на рисунке 1 (устанавливаются на элементы с наибольшей амплитудой колебания). При этом записи ускорений требуют дополнительной автоматической обработки для определения фактических частот колебаний.

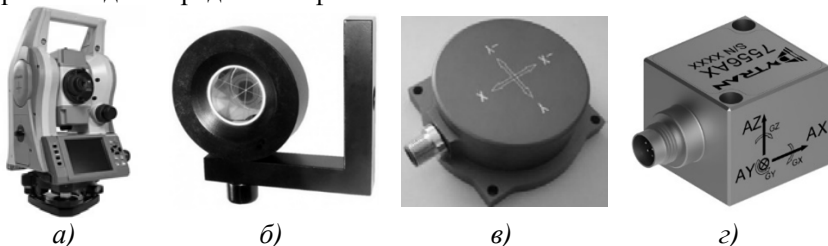


Рис. 3. Измерительные приборы: а) электронный тахеометр; б) призма световозвращающая; в) инклинометр; г) акселерометр

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шахраманьян А.М. Методические основы создания систем мониторинга несущих конструкций уникальных объектов //Вестник МГСУ//. 2011. № 1-1. С. 256-261.
2. Шахраманьян А.М. Системы мониторинга и прогноза технического состояния зданий и сооружений. //Русский инженер// 2011. № 1 (28).С. 54-64.
3. Коргин А.В., Ранов И.И., Ермаков В.А., Емельянов М.В., Зейд Килани Л.З. Технология автоматизированной пространственной координатной съемки в режиме реального времени при мониторинге иконостаса в ново-иерусалимском монастыре //Промышленное и гражданское строительство//.2012. №12. С. 13-15.
4. Коргин А.В., Кудышин Ю.И., Зейд Килани Л.З. Резервы несущей способности пространственных стержневых металлических конструкций //Научное обозрение//.2016.№16.С.15-21.
5. Шахраманьян А.М. Анализ возможности мониторинга состояния высотных зданий на основе контроля собственных частот колебаний //Русский инженер//.2013.№1(36). С. 34-36

МНОГОСЛОЙНЫЕ ТЕПЛОЭФФЕКТИВНЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В настоящее время перспективной технологией является использование многослойных энергоэффективных ограждающих конструкций. Данное многофункциональное решение подходит для кирпичных, монолитных и для монолитно-кирпичных построек.

Одним из важнейших достоинств многослойных стен является теплоэффективность [1-5]. Слои конструкции и их особое расположение обеспечивают защиту не только от холода, но и от избыточной влаги. Кроме этого, многослойные стены выбирают благодаря следующим преимуществам:

1. Сравнительно небольшой вес. Общий вес стройматериалов для возведения многослойного здания намного меньше, чем для аналогичной постройки целиком из кирпича или бетона.

2. Простота в монтаже. Малый вес облегчает монтажные работы, сокращая трудозатраты и ресурсозатраты.

3. Происходит сокращение времени возведения.

4. Экономическая эффективность – здание с многослойными ограждающими конструкциями (его возведение) стоит дешевле, чем монолитное или кирпичное [1, 4].

Одной из самых популярных разновидностей элементов многослойных стен являются теплоэффективные блоки, представленные на рисунке 1. Эти многокомпонентные материалы появились в результате инновационных исследований теплоизоляционных качеств стен. Они обычно состоят из керамзитобетона, утеплителя и декоративного бетона, расположенных слоями (возможны и другие конфигурации). К остальным положительным качествам теплоблоков можно отнести:

- морозостойкость, в том числе хорошо выдерживают резкие перепады температур;

- имеют повышенную устойчивость к усадке;

- не загрязняют окружающую среду;

- ускоряют строительство;

- хорошая огнестойкость;

- особенно долговечны, примерный срок эксплуатации рассчитан на уровне ста лет;

- создают хорошую звукоизоляцию;

- не подвержены плесени и другим подобным биологическим поражениям;



Рисунок 1. Теплоэффективные блоки

В случаях, когда небольшой вес – принципиальный показатель, можно отдать предпочтение другим многослойным конструкциям – пеноблокам, выгодные качества которых заключаются в следующем: малый вес (в 2-3 раза меньше аналогичного объёма в кирпичном эквиваленте), обладают большой прочностью, защищают от высокой влажности, широкая номенклатура размеров блоков, лёгкость и простота монтажа, скорость монтажа, морозостойкость, прекрасная теплоизоляция и теплосохранность, цена, простота в изготовлении и обработке [2].

Конкретные параметры вышеназванных качеств зависят от марки пеноблоков. Но, независимо от марки, усадка у этого строительного материала достаточно большая. Решением данной проблемы является применение дисперсного армирования полипропиленовой фиброй. Данное решение незначительно сказывается на экономическом эффекте.

К многослойным решениям также относятся вентилируемые фасады, являющиеся сегодня очень распространёнными в сфере строительства. Своё название эта разновидность получила благодаря особенностям конструкции, между частями которой остаётся свободный зазор, обуславливающий разницу температур с внешней и внутренней стороны ограждения, приводящую к особому перепаду давления. Образующийся в результате восходящий поток воздуха очищает стену от избыточной влаги и конденсата.

Основные преимущества вентилируемых фасадов для строителей и заказчиков объектов заключаются в следующем:

- хорошая теплоизоляция;
- устойчивы к любому климату;
- повышают энергосбережение;
- хорошие звукоизоляционные качества.

Существуют различные методы крепления вентилируемого фасада к кирпичной или бетонной стене. Обычно на стену крепятся кронштейны,

а на них – каркас из несущих профилей. Уже на каркас крепится облицовочный материал [3].

В качестве многослойной стены также можно рассмотреть технологию «мокрого» фасада. Теплоизоляционным слоем здесь выступает специальный пенопласт или минеральная вата, расположенный снаружи стены и закреплённые с помощью фасадных дюбелей и особого штукатурного раствора. Утеплитель покрывают штукатуркой, укреплённой с помощью стеклосетки.

Если сравнивать параметры разных вариантов возведения многослойных стен, то для достижения примерно одинакового эффекта теплопередачи самым тонким ограждением будет стена из блоков ПТК – теплоэффективных блоков толщиной 400 мм, и обойдётся она дешевле остальных конструктивных решений. При этом несущая способность стены будет выше, чем у пеноблоков, но ниже, чем у стен с вентилируемым или «мокрым» фасадом.

В заключении, стоит отметить, что применение теплоэффективных блоков в строительстве приносит застройщику ощутимый экономический эффект. Незначительный вес блоков снижает транспортные расходы и избавляет стройку от необходимости иметь подъемные устройства. Реализация различных сочетаний возведения многослойных стен, позволяет получить оптимальную, сочетающую в себе все необходимые качества, технологию. Поэтому исследование данной области всегда будет перспективным направлением в строительстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кочетков М.А.* Использование многослойных и теплоэффективных стен в строительстве // Дни студенческой науки. - 2019 г. с. 1367-1369
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. *Шевченко А.И.* Эффективность применения вентилируемых фасадов различных конструкций в современном строительстве / А. И. Шевченко, В. А. Чертов // Научный вестник ВГАСУ. Серия: Студент и наука. – № 10. – 2016. С. 32-39
4. *Бобрышев В.В.* Однослойные и многослойные ограждающие конструкции здания // Молодой ученый. - 2018.-№47. - С. 34-37.
5. *Еношин В.Н., Нурмухаметова А.Д.* Энергоэффективность современных ограждающих конструкций // Известия казанского государственного архитектурно-строительного университета. №4. 2016. С. 217-221.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК, АРМИРОВАННЫХ ПЛИТАМИ FRP НА ПРОЧНОСТЬ

Широко применяется технология гибридного армирования композитными материалами в гражданском строительстве. В настоящее время значительно возрос интерес к исследованию железобетонных балок, которые армированы плитами FRP (Fiber Reinforced Polymer). Особый интерес представляют исследования железобетонных балок, армированных вышеуказанными плитами на прочность [1]. Благодаря преимуществам плит FRP ремонт и укрепление различных элементов конструкций стал эффективным методом и иногда необходимым решением, особенно для поврежденных железобетонных балок для обеспечения удовлетворительной прочности. Склеивание волокнистых композитных материалов происходит проще и быстрее и имеет некоторые преимущества в весе конструкции, в высокой механической прочности, свободы формы, а также простым обслуживанием [2].

Расчет прочности железобетонных балочных конструкций, армированных плитами FRP, должен осуществляться таким образом, чтобы силы, напряжения и деформации в результате различных воздействий с учетом первоначального состояния напряжения были меньше соответствующих значений, установленных нормативами [3]:

$$M \leq M_{ult}, \quad (1)$$

где M - изгибающий момент от внешней нагрузки; M_{ult} - предельный изгибающий момент, который может быть воспринят усиленным сечением элемента. Значение M_{ult} для изгибаемых элементов прямоугольного сечения определяют по формуле Рис. 1. :

$$M_{ult} = R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0.5x) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a') + R_f \cdot A_f a, \quad (2)$$

где R_b - расчетное значение сопротивления бетона осевому сжатию, МПа; b - ширина балки; x - высота сжатой зоны бетона; R_{sc} - сжатая арматура; A'_s - поверхность сжатого сечения; A_f - поверхность растянутой сечения углеродного волокна; a' и a - защитные слои. Расчет прочности нормального сечения гибкой железобетонной балки, усиленной внешней системой армирования (см. Рис.2), осуществляется аналитическим и числовым методом.

Моделирование железобетонной балки проводилось с помощью Ansys Mechanical. Балка подвергалась чрезмерной нагрузке, что приводило к изгибу балки, как показано на Рис. 3.

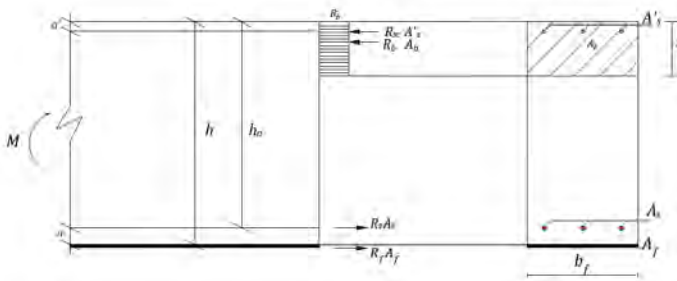


Рисунок 1. Схема усилий и эпюра напряжений в сечении, нормальном к продольной оси изгибаемой железобетонной балки при его расчете по прочности

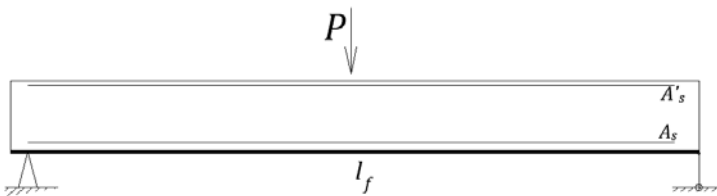


Рисунок 2. Конструкция железобетонной балки прямоугольного сечения с внешним армированием из углепластика

Железобетонные балки, армированные плитами FRP, служат для укрепления железобетонной балочной конструкции, а также для увеличения ее изгибающей способности [3].

Одно из самых распространенных применений материалов композиты для армирования железобетонных конструкций относится к конструкциям, подверженным изгибающим нагрузкам или режущим нагрузкам. С помощью FRP, можно выполнить внешнее армирование при изгибе путем наклеивания полос на нижнюю поверхность балки. Улучшение сдвига может быть достигнуто путем наклеивания полос на щеки этих же балок (Рис. 4).

Перед применением FRP опора должна быть подготовлена. Целью подготовки адекватной поверхности является удаление слабого слоя с поверхности бетона и разоблачение всего бетона для улучшения связывания с FRP и обеспечения равномерной поверхности.

Численные расчеты для данной математической модели производились с помощью программного обеспечения Ansys. Результаты расчетов описанной математической модели механического поведения материала позволяют определить области сосредоточенных

напряжений и деформации, а также изучить явление разрушения исследуемого материала.

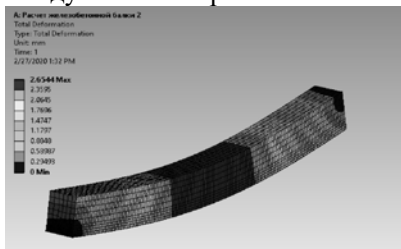


Рисунок 3. Моделируемая балка

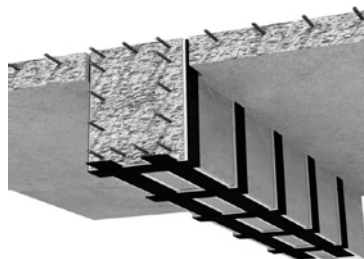


Рисунок 4. Внешнее армирование из углепластика.

Для моделирования работы железобетонных конструкций, усиленных композитными материалами, использован программный комплекс ANSYS, реализующий метод конечных элементов [4,5].

Результаты расчетов, выполненные с помощью программного обеспечения ANSYS, при усилении железобетонных балок перекрытия армированными плитами FRP на примере углепластика, показывают значительное увеличение прочности сечения железобетонной конструкции. Результаты исследования в работе [6] подтверждают данные результаты на примере гибридной арматуры из FRP стали, которая минимизирует повреждение бетона и возникающий в результате прогиб.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *P. Böer, L. Holliday, Thomas H. -K. Kang.* Independent environmental effects on durability of fiber-reinforced polymer wraps in civil applications, 2013. Vol.48. P. 360-370
2. *А.А. Шилин, В.А. Пшеничный, Д.В. Картузов.* Внешнее армирование железобетонных конструкций композиционными материалами (рец.: В.В. Козлов, Т.А. Мухамедиев). - М.: Строиздат, 2007. -С. 173-179
3. *R. Figueiro, C. Gonigho-Pereira.* 8 - Fibrous materials reinforced composite for internal reinforcement of concrete structures, 2011. P. 216-249
4. *W. O Oyawa, K. Sugiura, E. Watanabe.* Flexural response of polymer concrete filled steel beams. Construction and Building Materials, 2004. Vol. 18. P. 367-376
5. *P. L. Ng, J. A. O. Barros, G. Kaklauskas, J. Y. K. Lam.* Deformation analysis of fibre-reinforced polymer reinforced concrete beams by tension-stiffening approach, 2020. Vol. 23415, Art. 111664
6. *T. Mousavi, E. Shafei.* Impact response of hybrid FRP-steel reinforced concrete slabs structures, 2019. Vol. 19. P.436-448

ОБЗОР МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ КОМПЕНСАЦИОННОГО НАГНЕТЕНИЯ

В настоящий момент компенсационное нагнетание применяется для выравнивания зданий и сооружений. В России данная технология применялась для выравнивания здания Загорской ГАЭС-2 [1], для ликвидации деформаций зданий в городе Тайбэй, Тайвань, для стабилизации грунтового массива в зоне влияния строящихся зданий и тоннелей [2, 3]. Написан ряд работ, включающий в себя описание методики расчета параметров компенсационного нагнетания посредством применения расчетных комплексов, таких как PLAXIS 3D, ANSYS и Z-Soil [4, 5, 6].

В зарубежной литературе рассматривается процесс компенсационного нагнетания со стороны механизма распространения раствора в теле грунта [7], эффективность компенсационного нагнетания цементного раствора в пески [8, 9, 10], проводят различные лабораторные исследования, моделируя процесс компенсационного нагнетания при различных условиях [11, 12].

Благодаря большому количеству лабораторных экспериментов, проведенных Kleinlugtenbelt R., Bezuijen A., A. F. van Tol., Eisa K., Soga K., суть которых заключалась в модельных исследованиях процессов, происходящих при компенсационном нагнетании в грунт растворов, характеризующихся различными технологическими параметрами, можно заключить следующее:

В идеальных условиях увеличение объема должно быть равно введенному объему, что дает коэффициент нагнетания равный 1. Однако на практике это не так. Результирующее увеличение объема всегда меньше, чем объем впрыскиваемого раствора, из-за того, что жидкость вытесняется из смеси раствора (фильтрация под давлением) и раствор выходит из обозначенной области путем миграции вдоль трещин или существующих зон слабости в грунте. Даже при успешном процессе нагнетания раствора, эффективность нагнетания имеет тенденцию уменьшаться со временем из-за продолжающейся фильтрации под давлением и / или рассеивания избыточных поровых давлений в случае глинистых почв.

На рисунке 1 представлена лабораторная модель, в которой были проведены исследования. Испытательный стенд представляет собой стальную бочку, в центре которой был установлен в горизонтальном положении манжетный инь-ктор с одной манжетой в центральной части.

Стальная бочка была разделена на два отсека, нижний (основной) отсек заполнялся послойным уплотнением песка, выше находилась камера, заполненная водой для создания равномерного и постоянного давления, моделирующего нагрузку от здания. Камеры с водой и песком отделялись плитой с резиновой прокладкой по контуру, обеспечивающей герметичность и подвижность одновременно.

Результаты проведенных испытаний показали следующую зависимость эффективности нагнетания от различных условий. Значительное снижение эффективности компенсации вызвано уменьшением

плотности почвы. Инъекция в плотный песок (коэффициент плотности = 93%) привела к эффективности в пределах 40-90%, тогда как инъекция в песок средней плотности (к.п. = 60-75%) привели к снижению эффективности до 10-40%. Один инъекционный тест был выполнен на модели почвы с к.п. = 40%. В этом случае эффективность компенсации была близка к нулю процентов.

Когда соотношение В/Ц увеличилось с 0,5 до 1,5 для высокой плотности (к.п. = 93%), значение эффективности компенсации уменьшилось.

Типичная эффективность составляла от 60% до 40-50% для В/Ц соотношений 0,5 и 1,5 соответственно.

Также было рассмотрено влияние различного содержания глинистых частиц в объеме песка, в который производилось компенсационное нагнетание. Увеличение содержания бентонита (частиц глины)

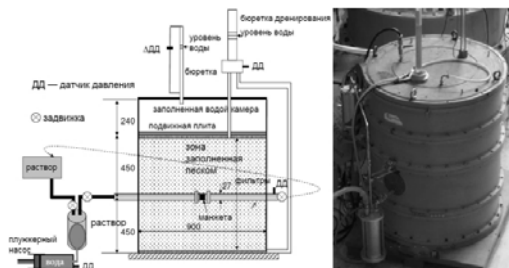


Рисунок 1. Схема и фото лабораторной установки

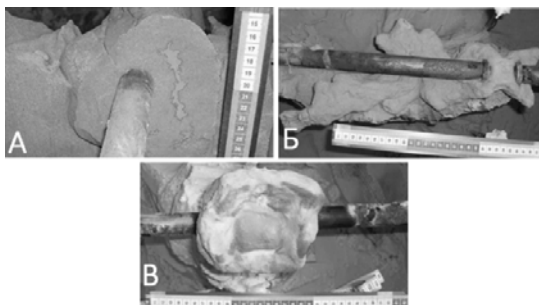


Рисунок 2. Результаты лабораторных экспериментов

улучшило эффективность компенсации. Когда в густом песке использовалось более высокое содержание бентонита от 12% до 14%, типичная эффективность компенсации составляла 78 и 90% для водоцементного соотношения 1,5 и 1,8 соответственно. Более высокое содержание мелких частиц привело к значительному снижению давления фильтрации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Харченко А.И., Харченко И.Я., Панченко А.И., Газданов Д.В.* Технология выравнивания здания Загорской ГАЭС-2 методом компенсационного нагнетания // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. Вып. 4 (115). С. 490–498
2. Инновационные конструктивно-технологические решения в транспортном тоннелестроении. Обзорная информация // Федеральное дорожное агентство министерства транспорта РФ. 2005. Вып. 1. п. 3.4.
3. *Зерцалов М.Г., Симутин А.Н., Александров А.В.* Технология компенсационного нагнетания для защиты зданий и сооружений // Вестник МГСУ. 2015. № 6. С. 32—40
4. *Luzin I., Ermoshina L.* Calculation of the foundation settlement during compensation grouting // E3S Web of Conferences 97. FORM-2019. 04050 (2019). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199704050>
5. *Александров А.В.* Разработка и обоснование метода выравнивания гидротехнических сооружений, подвергшихся неравномерным осадкам: дисс, канд. техн. наук: 05.23.07; Москва, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2018
6. *Симутин А.Н.* Методики расчета параметров компенсационного нагнетания для управления деформациями оснований зданий и сооружений: дисс, канд. техн. наук: 25.00.20; Москва, ФГБОУ ВО НИУ МГСУ, 2015
7. *Bezuijen A., van Tol A.F.* Compensation grouting: mechanism determining the shape of the grout body // 2012. DOI:10.1201/b12748-114
8. *Soga K., Bezuijen A., Eisa K.* The efficiency of compensation grouting in sands // 2012. DOI:10.1201/b12748-52
9. *Bezuijen A., Bosch J.W.* Corrective compensation in sand // World tunneling. April 2011. P. 2226
10. *Gafar K., Soga K., Bezuijen A., Sanders M.P.M., van Tol A.F.* Fracturing of sand in compensation grouting // 2008
11. *Bezuijen A., Sanders M.P.M., den Hamer D., van Tol A.F.* Laboratory tests on compensation grouting, the influence of grout bleeding // 2007. DOI:10.1201/NOE0415408073.ch66
12. *Kleinlugtenbelt R., Bezuijen A., van Tol A.F.* Model tests on compensation grouting // 2006

СЕЙСМИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ, ФОРМИРОВАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Территория Российской Федерации на 40% состоит из потенциально сейсмически активных зон. Сейсмология, а именно инженерная сейсмология, как наука, занимающаяся изучением основных закономерностей и причин возникновения землетрясения, а также прогнозированием сейсмических воздействий, уточнением интенсивности проявления, спектральных характеристик грунтов, их кинематических характеристик и величин энергии колебаний, является результатом многолетних исследований на основании множества трагедий и катастроф.

В данной статье рассматриваются и сравниваются сейсмические шкалы, используемые в странах Европы, Америки и Российской Федерации. Для понимания характера и причин использования тех или иных шкал в вышеназванных странах, необходимо ввести понятие и классификацию землетрясений по способу их образования.

Переход потенциальной энергии, накапливаемой в сейсмических швах в течение длительного времени, в кинетическую энергию с сопровождением колебаний окружающей среды называется тектоническим процессом или тектоническим землетрясением. Область глубинных разрывов является очагом или гипоцентром землетрясения, а ее проекция на поверхность Земли называется эпицентром. Тектонические землетрясения являются наиболее опасными по воздействию на окружающую застройку и частыми среди остальных видов землетрясений. При обвале горных пород возникают провальные или обвальные землетрясения, распространяющиеся на небольшое расстояние и не вызывающие разрушений сооружений. В результате вулканической деятельности возникают вулканические землетрясения, зона их разрушительной деятельности достигает десятков километров.

В настоящее время известно множество сейсмических шкал, сформированных в разных странах на разных этапах развития инженерной сейсмологии. 12-балльная шкала Института физики Земли АН СССР, разработанная С.В. Медведевым, являлась основной в СССР, часть диапазона (с 6 до 9 баллов) была утверждена Госстроем СССР в качестве ГОСТ 6249-52. Данная шкала использует амплитуду смещения стандартного сферического маятника СБМ с периодом собственных

колебаний 0,5 с и логарифмическим декрементов 0,5. Однако шкала ИФЗ Земли не учитывала уровень индустриального строительства из крупных панелей, блоков и каркасных железобетонных зданий в сейсмических районах, поэтому регламентировала только поведение старой застройки без антисейсмических мероприятий. В Европе самой распространенной является шкала Меркалли-Канкани-Зибберга 1917 г. и шкала Росси-Фореля 1873 г. США использует модифицированную шкалу Меркалли (ММ) 1931 г. (Сравнительную таблицу по балльности можно видеть на табл. 1)

Сейсмическая шкала MSK-64 является неким вариантов усовершенствования шкал ММ, Росси-Фореля и Меркалли-Канкани-Зибберга. Она учитывает ряд недостатков раннее введенных шкал, однако в MSK-64 производится классификация зданий без необходимых антисейсмических мероприятий по типам зданий.

Интересную шкалу магнитуд для инженерной сейсмологии предложил Ч.Ф. Рихтер. Причины и характер возникновения землетрясений оценивается энергией, излучаемой очагом. Мнения авторов на этот вопрос различаются. Например, Ч.Ф. Рихтер и В.А. Магницкий считают, что почти вся потенциальная энергия переходит в энергию сейсмических колебаний. С.В. Медведев и Н.В. Шебалин и другие полагают, что лишь незначительная величина от всей энергии (7-10%) является сейсмической энергией упругих колебаний.

Оценку силы (по Ч.Ф. Рихтеру) какого-либо землетрясения производят с помощью энергетической шкалы магнитуд М. Величина М является относительной характеристикой энергии очага, идущей на образование поверхностных волн и вычисляется из выражения:

$$M = \frac{10}{18} \lg \frac{E}{E_0} = \lg \frac{a}{T} - \lg \frac{a_0}{T_0},$$

где E_0 – значение энергии, соответствующей эталонному землетрясению, которое может быть зарегистрировано с амплитудой 1 μk (1 микрон) на сейсмограмме на расстоянии 100 км (62 мили) от эпицентра с помощью стандартного сейсмографа, имеющего коэффициент увеличения 2800, период собственных колебаний 0,8 с и коэффициент затухания 0,8; a_0 , T_0 – соответственно, амплитуда и период колебаний поверхностных волн при эталонном землетрясении.

Таблица сравнения сейсмических шкал в различных странах

Шкала MSK-64	Шкала Института физики Земли АН СССР	Американская модифицированная шкала (MM), 1931 г.	Японская шкала, 1950г.	Шкала Росси-Форея, 1873г.	Европейская шкала (Меркалли-Канкани-Зиберга), 1917 г.
1	1	I	0	I	I
2	2	II	1	II	II
3	3	III	2	III	III
4	4	IV	2,3	IV	IV
5	5	V	3	V-VI	V
6	6	VI	4	VII	VI
7	7	VII	4,5	VIII	VII
8	8	VIII	5	IX	VIII
9	9	IX	6	X	IX
10	10	X	6	X	X
11	11	XI	7	X	XI
12	12	XII	7	X	XII

Несмотря на достаточное количество сейсмических шкал, не существует методики, учитывающей все особенности инженерной сейсмологии. Данное направление постоянно модифицируется и развивается, а новые данные для усовершенствования проектных решений возведения зданий и сооружений, учитывающих механизм возникновения землетрясений, помогают уточнить методы, используемые десятилетиями. Необходимо научиться предвидеть и заранее предпринимать меры по устранению последствий сейсмической активности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Амосов А.А., Синицын С.Б.* Основы теории сейсмостойкости сооружений, Учебное пособие. Изд-во АСВ 2001, стр.96.
2. *Немчинов Ю.И.* Сейсмостойкость зданий и сооружений, В двух частях. – Киев: 2008. – 480 с.: иллюстр.
3. *Wells D.L., Coppersmith K.J.*, 1994. New empirical relationships among magnitude, rupture length rupture width, rupture area, and surface displacement. Bull. Seis. Soc. Am., Vol. 84, No. 4, p.974-1002.
4. *Н.В. Кондорская, Н.В. Шебалин. М.* Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времён до 1975 г. Наука, 1977. 535 с.
5. *Рихтер Ч.Ф.* Элементарная сейсмология. М.: ИЛ, 1963, 670 с.

Студент 4 курса 2 группы ИСА Прусов К.А.

Научные руководители – доц., канд. техн. наук, доц. А.Н. Шувалов, старший преподаватель Л.З. Зейд Килани

ЭЛАСТОМЕР КАК УПРУГИЙ МАТЕРИАЛ В СЕЙСМОЗАЩИТЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Эластомеры — это полимеры, обладающие высокоэластичными свойствами и вязкостью. Резиной или эластомером называют любой упругий материал, который может растягиваться до размеров, во много раз превышающих его начальную длину и, что существенно - возвращаться к исходному размеру, когда нагрузка снята. Вопрос о совершенствовании сейсмической стойкости зданий, поиск надежных и экономичных методов защиты продолжает быть актуальным. При строительстве зданий и сооружений на площадках сейсмичностью выше 7 баллов необходимо, руководствуясь требованиями СП 14.13330.2014, вести расчет здания на сейсмостойкость. Одно из направлений сейсмоизоляции стало использование резинометаллического материала.

Целью работы является расчетное моделирование с помощью метода конечных элементов напряжено деформируемого состояния эластомера при циклическом нагружении.

Исследуемый эластомер представляет собой прослойку резины и стали. Сталь расположена в центре и по краям, а резина между пластинами стали.

В ходе испытаний образец подвергался циклической нагрузке и разгрузке, и определялся характер поведения материала, а именно как меняется деформация при повторных циклах. По диаграмме деформаций можно сказать, что такой материал нелинейно упругий. Кривая зависимости нагрузки и деформации представляет собой петлю, где при повторных циклах, вследствие резкого снятия усилия и сопротивления материала, немного меняется зависимость деформации и нагрузки, и кривая имеет больший начальный угол.

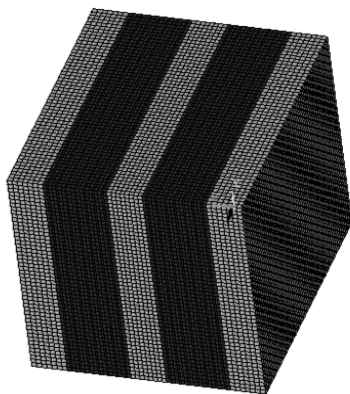


Рисунок 1. Модель эластомера. Общий вид

В момент, когда нагрузка полностью снята, остаются незначительные деформации еще какое-то время, обычно материал возвращается в исходное состояние после 3-4 минут после снятия нагрузки. Следующий этап идентичен предыдущему, только нагружаем в другую сторону. В ходе испытания образец был подвергнут 400 циклам и на такой дистанции погрешность деформации в разный момент времени сходит на нет, и мы можем видеть идеально образованные петли.

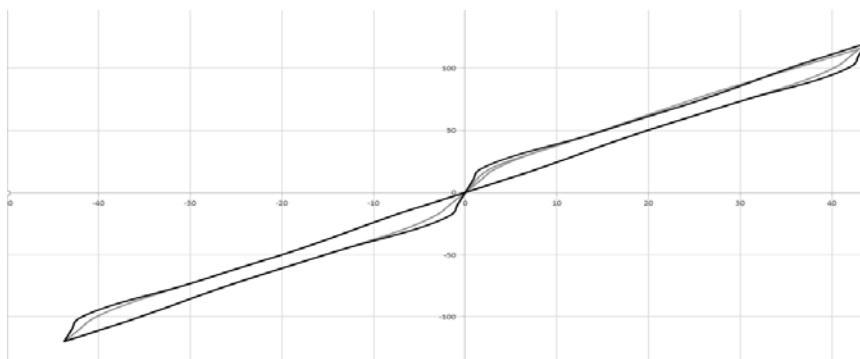


Рисунок 2. Расчетная зависимость перемещений эластомера от нагрузки.

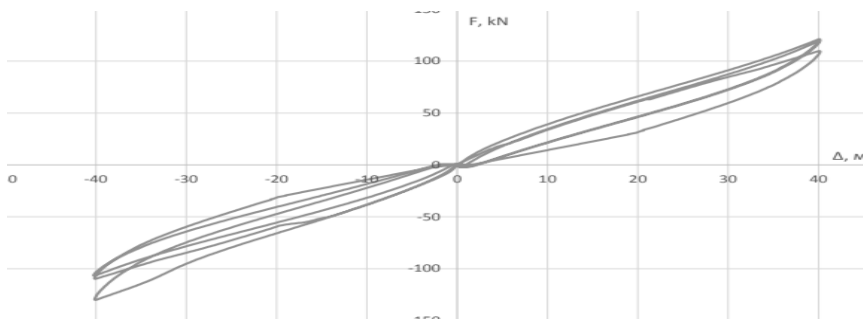


Рисунок 3. Экспериментальная зависимость перемещений эластомера от нагрузки.

На рисунке 3 представлена диаграмма, полученная при испытаниях. Она показывает, что даже при многочисленных циклах и нагружениях эластомер сохраняет свои свойства, о чем свидетельствуют «петли», которые с каждым последующим циклом не меняли своего положения. Предел упругости при повторных нагрузках уменьшается, но по прошествию некоторого времени, материал полностью восстанавливает свои свойства. Сравнение расчетных и экспериментальных результатов исследования зависимости перемещений от нагрузки показывает их удовлетворительную сходимость (разница менее 10%). Исходя из этого можно сделать вывод, что расчетом можно заменить экспериментальные исследования эластомера, и тем самым избежать лишних затрат.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *E. S. Zorzi*. Evaluation of shear mounted elastomeric damper. 1983. С. 440-452.
2. *Lynn K. Byers*. Transient behavior of elastomeric damper and bearing materials. 1996. С. 144-153.
3. *Shuvalov A. Safina L. and Kocalev M.* Comparative tests for horizontal stiffness of elastomeric bearings./ *Matec web of conferences 251* 2018. С. 02043.
4. *Shuvalov A. Safina L. and Kocalev M.* Study of reinforced elastomeric bearings for structures in seismic areas. // *Matec web of conferences 193* 2018. С. 03009.
5. *Смирнов В.А. Смоляков М.Ю.* Сравнительный анализ динамических характеристик эластичных пластмасс и резиновых вибродемпфирующих материалов. 2018. С. 36-40.

РАСЧЕТ БАЛОК ПО МЕТОДУ ПРЕДЕЛЬНОГО РАВНОВЕСИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБОБЩЁННЫХ УРАВНЕНИЙ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ

Метод предельного равновесия (МПР) при расчете на прочность нашел широкое распространение во многих областях строительства, машиностроения, кораблестроения. Проектирование зданий в сейсмоопасных зонах влечет за собой ряд важных вопросов: прочности, жесткости, устойчивости и безопасности сооружения [1]. Теория предельного равновесия позволяет выполнить расчет конструкций с учетом образования пластических шарниров, в том числе при расчете на максимальное землетрясение. Также МПР нашёл своё применение при расчете грунтового основания [2]. Данный метод отлично применим как для стальных, так и для железобетонных элементов. Основное преимущество МПР - экономия материалов при обеспечении требуемой надежности конструкций. Основное преимущество МПР - экономия материалов при обеспечении требуемой надежности конструкций.

Экономичность МПР зависит от большого ряда факторов, в их числе наиболее важна степень статической неопределимости конструкции. Проектирование таких конструкций связано с прочностными расчётами на действие различных статических и динамических нагрузок. Для этого применяются в большинстве своём численные методы (метод конечных элементов, метод конечных разностей (МКР))

Для примера рассмотрим 4 раза статически неопределимую задачу:

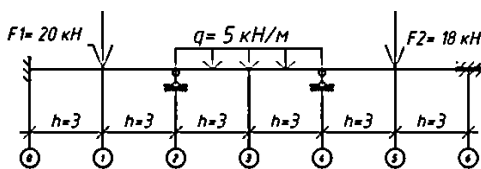


Рисунок.1. Расчетная схема статически-неопределимой балки.

$$W=-4$$

Для решения задачи использовался МКР. В работах Габбасова Р.Ф. приведены обобщенные системы уравнений МКР повышенной точности [3] для регулярной точки:

$$m_{i-1} - 2m_i + m_{i+1} + h\Delta m_i + h\Delta m'_i$$

$$= -\frac{h^2}{12}(p_{i-1} + 10p_i + p_{i+1}) + \frac{5 \cdot h^2}{12} \cdot (\Delta p_i) + \frac{h^3}{12} \Delta p'_i$$

$$w_{i-1} - 2w_i + w_{i+1} + \Delta w_i + h\Delta w'_i$$

$$= -\frac{h^2}{12}(m_{i-1} + 10m_i + m_{i+1}) + \frac{5 \cdot h^2}{12} \cdot (\Delta m_i) + \frac{h^3}{12} \Delta m'_i$$

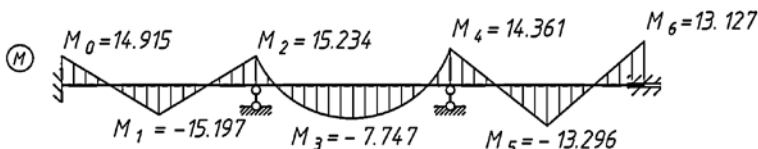


Рисунок.2. Эпюра изгибающих моментов

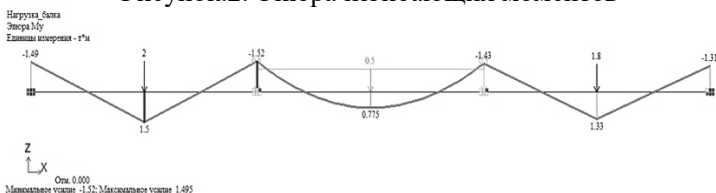


Рисунок.3. Эпюра изгибающих в программе ЛИРА-САПР

Сравнение аналитического решения по МКР с численным результатом в программном комплексе Лира-САПР показывает погрешность, которая не превышает 1%

Построенная эпюра моментов показывает, где наступит разрушение в первую очередь.

Зададимся предельной нагрузкой для этой задачи: Сосредоточенная сила $F_1 = 20$ кН; $F_2 = 18$ кН; Распределённая нагрузка $q_1 = 5$ кН/м

Для определения предельного момента, необходимо из данной расчетной схемы сделать статически-определимую систему путем врезания промежуточных опор.

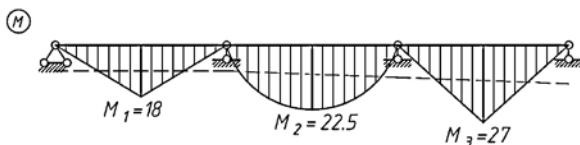


Рисунок.4. Эпюра изгибающих моментов

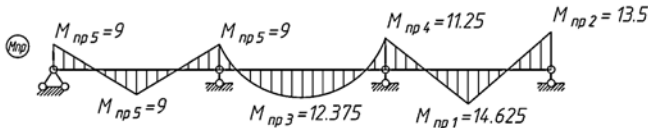
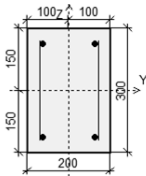


Рисунок.5. Эпюра предельных изгибающих моментов

Для прямоугольной формы поперечного сечения пластический момент сопротивления можно выразить через упругий, с помощью коэффициента $\lambda = 1.5$, (для двутавра $\lambda = 1.15 \dots 1.17$; для круга $\lambda = 1.7$). Чем меньше λ , тем более рационально используется сечение. [4].

Сечение подбирается по наибольшему моменту в пролете $9 \text{ кН} \cdot \text{м}$ по [5]



$S_1 = 2\emptyset 10$ – продольная арматура (верхняя)

$S_2 = 2\emptyset 10$ – продольная арматура (нижняя)

$S_{1w} = 2\emptyset 8$ – поперечная арматура вдоль оси Z

$S_{2w} = 2\emptyset 8$ – поперечная арматура вдоль оси Y

Рисунок 6. Схема армирования поперечного сечения балки

Коэффициент использования сечения 0.957. Экономия материала в приведённом примере 5.1%

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чутченко В.В, Шишов И.И «Метод предельного равновесия при проектировании сейсмостойких зданий. 2014– с. 10-12
2. Hang Lin, Wenwen Zhong, Wei Xiong, and Wenyu Tang «Slope Stability Analysis Using Limit Equilibrium Method in Nonlinear Criterion». 2014– p. 25-33
3. Габбасов Р.Ф. «О численно-интегральном методе решения краевых задач строительной механики для дифференциальных уравнений в частных производных» М, 1976. – 47 с.
4. Габбасов Р.Ф., Хоанг Туан Ань, Шикунов М.А. «Обобщенные уравнения метода конечных разностей в задачах расчета тонких изгибаемых плит на динамические нагрузки» М, 2014. С. 32-38
5. Эргешов Э.С «Оценка несущей способности строительных конструкций на стадии предельного равновесия». 2015 – с. 133-135
6. Маштакова К.В., Мохонько Я.Ю., Яковлева К.С. «Армирование железобетонных конструкций» М, 2016 – с. 50-52.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ И ПРИЕМОМ ВОЗВЕДЕНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Во всем мире высотные здания играют все более важную роль в архитектурном облике современных городов. С 1969г. по настоящее время в технологическом институте Иллинойса (Чикаго, США) действует организация, обеспечивающая международный обмен научно-технической информацией среди специалистов в сферах инженерии, архитектуры и эксплуатации высотных зданий. Согласно Глобальной базе данных этой организации, именуемой *CTBUH* (Совет по высотным зданиям и городской среде обитания), говорится, что за 2019 год было завершено строительство 26 небоскребов (от 300 метров или выше), больше чем за любой предыдущий год [1]. В таблице 1, согласно тому же источнику, представлены данные по строительству небоскребов за последние 5 лет. Большинство из указанных зданий имеют металлический несущий каркас.

Таблица 1

Год завершения строительства	Кол-во зданий соответствующей высоты, шт	
	Здания высотой более 200 м	Здания высотой более 300 м
2015	117	15
2016	134	9
2017	142	15
2018	146	18
2019	126	26

В рамках общемировой тенденции развития градостроительства и придания современного облика нашим городам, в России возводятся комплексы высотных зданий. Среди российских организаций членами Совета *CTBUH* являются, например, НИИОСП им. Н.М. Герсеванова, «Горпроект», принимавший участие в строительстве «Лахта-Центра» (в Санкт-Петербурге), Башни «Эволюция» и др. (в Москве), «Ахмат-Тауэра» (в Грозном); «Метрополис» с объектом «*Neva-Towers*» (в Москве).

В этой статье рассматриваются высотные здания из монолитного железобетона. Строительство высотных зданий требует оптимизации стоимости и трудоемкости при высоком качестве проведения работ. Для достижения этой цели необходимо совершенствовать технологии их возведения и организацию строительных процессов, сокращающие общие сроки строительства при строгом обеспечении высокого качества.

В связи с этим разрабатываются и применяются инновационные методы и приемы возведения высотных зданий [2].

В настоящей статье сравниваются следующие технологические методы: классическая технология поточного возведения монолитного каркаса, технология возведения перекрытия с включением в работу бетонного пола, каскадная технология и технология ранней распалубки с применением страховочных элементов.

1. Технология поточного возведения монолитного каркаса

Технологический цикл замедляется при устройстве монолитного перекрытия за счет ожидания набора материалом перекрытия требуемой распалубочной прочности. При последовательном возведении колонн и перекрытий каркаса трудоемкость перемещения опалубки минимальна. Работы по захваткам происходят синхронно [3].

2. Технология возведения перекрытия с включением в работу бетонного пола. Для уменьшения времени до возможной распалубки монолитного перекрытия по нему укладывался дополнительный слой из бетона особого состава с быстрым набором прочности (возможно также применение фибробетона), который в дальнейшем служит полом. Плита пола включается в совместную работу с материалом плиты перекрытия и увеличивает ее несущую способность в процессе набора распалубочной прочности [4].

3. Каскадная технология возведения монолитного каркаса

Для ускорения возведения многоэтажных монолитных зданий каскадная технология позволяет при наборе бетоном минимальной прочности 5 МПа, приступить к монтажу опалубки вышележащего перекрытия. Когда перекрытие предыдущего этажа набирает распалубочную прочность, опалубку с него не снимают, бетонируют вышележащее перекрытие и устанавливают между ними подпорки. Данная технология подразумевает многоуровневую систему подпорок, перераспределяющих нагрузку от вышележащих конструкций на нижележащие, остающиеся в опалубке, с учетом набранной ими прочности. В опалубке могут одновременно оставаться перекрытия 3–4 этажей, там же располагаются подпорки и страховочные элементы [3].

4. Технология ранней распалубки монолитных перекрытий

В соответствии с этой технологией при достижении перекрытием прочности 50–60 % от проектной прочности материала, после распалубки небольшой площади, устанавливаются страховочные подпорки, препятствуя большим прогибам плиты перекрытия от собственного веса [5,6].

В таблице 2 сравниваются различные параметры, влияющие на скорость и стоимость производства работ по разным технологиям возведения монолитного каркаса.

Таблица 2

Технологии Параметры	1	2	3	4
Количество опалубки, V , шт	V_1	V_2 (опалубка мощнее)	$V_1 \times (3 \div 4)$	V_1
Трудоемкость перемещения опалубки	min	min	max	min
Требуемая прочность, % от проектной	70	50-60	<50	50-60

Выводы:

1. По каскадной технологии количество опалубки, используемой одновременно увеличивается в 3-4 раза, и несколько увеличивается трудоемкость ее перемещения. Но существенно повышается скорость возведения за счет более короткой паузы ожидания набора бетоном распалубочной прочности.

2. По технологиям ранней распалубки и с использованием прочности плиты пола скорость возведения также увеличивается.

3. Более подробное исследование позволит рассчитать технико-экономические показатели и сравнить преимущества приведенных технологических приемов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Совет по высотным зданиям и городской среде (*Council for high-rise buildings and urban environment*) (CTBUH). URL: ctbuh.org (дата обращения: 15.02.2020).
2. Горошко С.А. Основные организационно-технологические особенности скоростного строительства монолитных высотных зданий // Роль технических наук в развитии общества. 2018. С. 146-148.
3. Фролов А.В., Рогожинер К.О., Дмитриева Н.В. Мониторинг способов ускорения темпов оборачиваемости опалубочных систем // Наука и инновации в строительстве. 2019. С. 229-234.
4. Нехай В., Туровец Г., Ашмян М., Марковский М., Бурсов Н. Интенсивное возведение монолитных конструкций комплекса "Минск-Арена" // Архитектура и строительство №3 (214) 2010 г.
5. Никоноров С.В., Тарасова О.А. Технология раннего нагружения монолитных перекрытий при использовании балочно-стоечной опалубки // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 4 (14). С. 17-20.
6. Зиневич Л.В. Некоторые организационно-технологические вопросы выдерживания монолитных конструкций различной массивности с применением ранней распалубки / Зиневич Л.В. // Технологии бетонов, 2009, №3, с. 67-68.

ТИПЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Сплавы на основе алюминия отличаются малой плотностью, высокой удельной прочностью, коррозионной стойкостью. В процессе сварки необходимо учитывать ряд особенностей алюминиевых сплавов, таких как высокая теплопроводность материала, склонность к пористости в алюминий-магниево-магниевых сплавах, наличие оксидной пленки. Существует множество способов сварки, применяемых для соединений элементов из алюминиевых сплавов, которые различаются не только технологией, но и механическими характеристиками самого сварного шва. В данной статье рассматриваются лазерная, электродуговая сварка (ЭДС) и сварка трением с перемешиванием для алюминиевых сплавов.

Лазерная сварка представляет собой технологический процесс создания неразъемного соединения частей изделия, в котором источником расплавления служит сконцентрированный поток излучения квантового генератора. Лазерная сварка наиболее эффективна для соединения изделий толщиной от 1,5 до 30 мм. Сварка трением с перемешиванием (СТП) это механический вид сварки без расплавления металла. Суть процесса заключается в том, что поступательно-вращательным движением инструмент за счет силы трения бурта о поверхность элемента нагревает металл и приводит его в пластичное состояние. По мере движения инструмент оставляет после себя перемешанный и остывающий сварной шов.

Основной проблемой сварки алюминиевых сплавов становится неравнопрочность соединения, которое вызвано дефектами, возникшими в процессе сварки. Дефекты лазерной и дуговой сварки схожи, к ним относятся трещины, пористость, брызги металла, непровар и т.д. При лазерной сварке в зоне термического влияния возникают ликвационные трещины [1]. Для ЭДС характерна большая деформация основного металла в связи с большей зоной проплавления. Одним из дефектов сварного соединения СТП является остаточная оксидная линия, способная снизить прочность сварного шва, если достигнет чрезмерно больших размеров. Содержание пор в СТП минимальна, но такие дефекты как неравномерность структуры сварного шва [2,3], лунка от пина инструмента в конце сварного шва, образованного при выходе

рабочего инструмента из сплава, а также несплавление в корне шва являются существенными, т.к. снижают прочность соединения.

Одним из недостатков сварного соединения являются остаточные напряжения. По сравнению с ЭДС при лазерной сварке значения остаточных напряжений в ядре шва меньше, также за счет более узкого луча лазера уменьшается зона деформирования основного металла. В сварном шве СТП величина остаточных напряжений минимальна. Это связано с тем, что металл не подвергается воздействию высоких температур по сравнению с ЭДС и лазерной сваркой.

Прочность сварного соединения, выполненного СТП и лазерной сваркой выше, чем при ЭДС и составляет от 70 до 100% прочности основного металла [4,5].

Несмотря на достоинства лазерной сварки и СТП они являются дорогостоящими, а применение СТП возможно только в заводских условиях. Поэтому в настоящее время основным методом соединения элементов строительных конструкций при их монтаже является ЭДС.

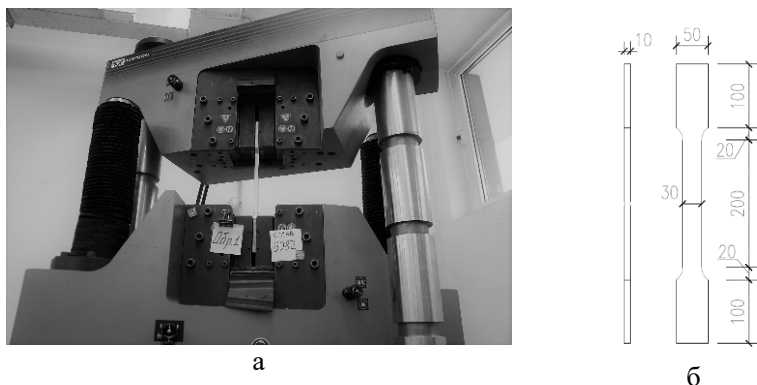


Рис.1. Испытание образцов на растяжение: а) испытательная машина INSTRON 1000 HDX; б) размеры образца

В НИУ МГСУ были проведены испытания на растяжение образцов из алюминиевых сплавов АД35 и 1915Т для основного металла сплавов и их сварных соединений (рис.1,а). Образцы были изготовлены в соответствии с ГОСТ 6996-66 «Сварные соединения. Методы определения механических свойств» (рис.1,б). Следует отметить, что швы были выполнены ЭДС с одинаковыми режимами. Прочность образцов при растяжении определяли на испытательной машине INSTRON 1000 HDX.

Таблица 1

Результаты испытаний образцов из сплавов 1915Т и АД35

1915Т			АД35		
$\sigma_B^{\text{очн}}$, МПа	$\sigma_B^{\text{сш}}$, МПа	$\sigma_B^{\text{сш}} / \sigma_B^{\text{очн}}$	$\sigma_B^{\text{очн}}$, МПа	$\sigma_B^{\text{сш}}$, МПа	$\sigma_B^{\text{сш}} / \sigma_B^{\text{очн}}$
359,08	268,52	0,75	302,01	184,05	0,61

Из таблицы 1 видно, что для ЭДС при одних и тех же режимах, но для разных сплавов прочностные характеристики шва различные, т.к. каждый сплав обладает своими особенностями, требующими детального изучения режимов сварки.

Режимы сварки должны выбираться исходя из требуемых прочностных характеристик проектируемой конструкции, вида самой конструкций, условий сварки, структуры и состава свариваемых сплавов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *С.Ю. Иванов, В.А. Кархин, В.Г. Михайлов [и др.]* Оценка чувствительности сварных соединений Al-Mg-Si-сплавов к ликвационным трещинам при лазерной сварке// *Металловедение и термическая обработка металлов.* – 2017. - №12. – С.30-35.
2. *С.Ю. Иванов, С.А. Гинзбург, В.Г. Михайлов* Анализ локальных механических свойств сварных соединений Al-Mg-Si сплавов при сварке трением с перемешиванием // *Сварочное производство.* – 2018. - №6. – С.27-31.
3. *Овчинников В.В.* Микроструктура соединения листов сплава 1565чМ, полученного сваркой трением с перемешиванием / *В.В. Овчинников, Н.Н. Бадалл* // *Электротехнология.* – 2018. - №2. – С.17-22.
4. *И.Л. Чекалин, И.К. Черных, Е.В. Кривонос, Е.В. Васильев* Способы повышения качества швов, полученных при помощи сварки трением с перемешиванием/ // *Омский научный вестник. Машиностроение и машиноведение.* - №5. – 2017. – С.43-46.
5. *Шиганов И.Н.* Лазерная сварка алюминиевых сплавов / *И.Н. Шиганов, А.А. Холопов* // *Фотоника.* - 2010. –№3. – С.6-10.

РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ РАСЧЕТА КРУГЛЫХ ПЛИТ
 С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ ОБОБЩЕННОГО УРАВНЕНИЯ МКР

В представленной работе обобщенное уравнение МКР применяется к расчету круглых плит. Эти уравнения позволяют учитывать конечные разрывы искомой функции, ее первой производной и правой части исходного дифференциального уравнения.

Задача 1. Данная задача является тестом. Расчет плиты на равномерно распределенную нагрузку с разным шагом. Исследуем сходимость решения. Полученный результат сравниваем с известным аналитическим решением С.П. Тимошенко. Искомыми величинами были обобщенные моменты и прогибы. Сравнивались значения в точках центра.

$$\left(1 - \frac{h}{2\rho_i}\right) m_{i-1,j} + \frac{h^2}{\tau^2} m_{i,j-1} - 2\left(1 + \frac{h^2}{\tau^2}\right) m_{ij} + \frac{h^2}{\tau^2} m_{i,j+1} + \left(1 + \frac{h}{2\rho_i}\right) m_{i+1,j} + \frac{h}{2}\left(1 - \frac{h^2}{4\rho_i^2}\right) \left({}^{I-II} \Delta m_{ij}^\rho + {}^{III-IV} \Delta m_{ij}^\rho\right) + \frac{h^2}{2\tau} \left({}^{I-III} \Delta m_{ij}^\eta + {}^{II-IV} \Delta m_{ij}^\eta\right) = -\frac{h^2}{4} \left({}^I p_{ij} + {}^{II} p_{ij} + {}^{III} p_{ij} + {}^{IV} p_{ij}\right)$$

$$\left(1 - \frac{h}{2\rho_i}\right) w_{i-1,j} + \frac{h^2}{\tau^2} w_{i,j-1} - 2\left(1 + \frac{h^2}{\tau^2}\right) w_{ij} + \frac{h^2}{\tau^2} w_{i,j+1} + \left(1 + \frac{h}{2\rho_i}\right) w_{i+1,j} = -h^2 m_{ij}$$

$$m_{i-1,j} + m_{i,j-1} - 4m_{ij} + m_{i,j+1} + m_{i+1,j} + \frac{h}{2} \left({}^{I-II} \Delta m_{ij}^\xi + {}^{III-IV} \Delta m_{ij}^\xi + {}^{I-III} \Delta m_{ij}^\eta + {}^{II-VI} \Delta m_{ij}^\eta\right) = -\frac{h^2}{4} \left({}^I p_{ij} + {}^{II} p_{ij} + {}^{III} p_{ij} + {}^{IV} p_{ij}\right)$$

$$w_{i-1,j} + w_{i,j-1} - 4w_{ij} + w_{i,j+1} + w_{i+1,j} = -m_{ij} h^2$$

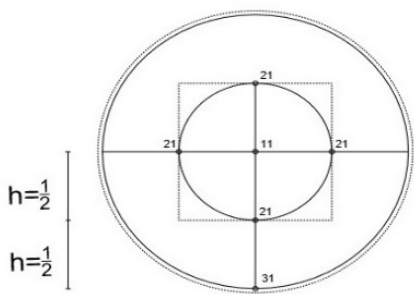


Рис. 1. Круглая плита при полном нагружении
 Задача 2.
 Двумерная задача использования уравнения МКР в обобщенном виде.

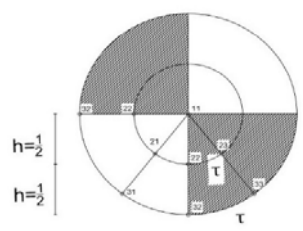


Рис. 2. Круглая плита с циклической нагрузкой
 Нагрузка рассматривается как циклическая. Записав уравнения для трех лучей, мы исчерпали все возможные случаи. Очевидно, что правильность этой задачи можно подтвердить, если данное решение повернем на 90 градусов, чтобы соответствовать полному нагружению.

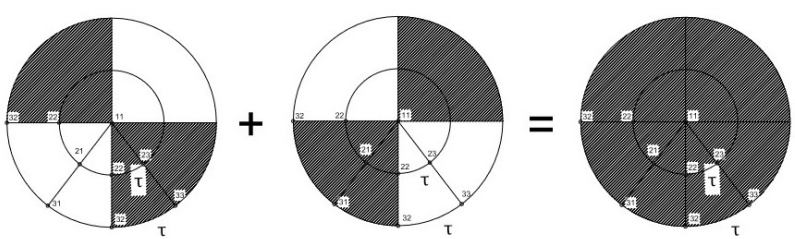


Рис. 3. Сложение двух циклических нагрузок

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод позволяет численно исследовалась сходимость решений на ряде сеток и показывает, что достаточная точность решения получается уже при небольшом числе разбиений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Андреев В. И., Языев Б. М., Чепурненко А. С.* Осесимметричный изгиб круглой гибкой плиты при ползучести. // Вестник МГСУ. 2014. №5. С. 16-24.
2. *Габбасов Р.Ф., Хоанг Т.А., Уварова Н.Б., Липатова О.Н.* Расчет круглых плит постоянной жесткости на локальные нагрузки // Промышленное и гражданское строительство. 2015 №3 - 20-23с.
3. *Уварова Н.Б., Никитенко М.А.* Применение обобщенных уравнений метода конечных разностей к расчету круглых плит на линейные нагрузки // Научное обозрение. 2016 №6- с. 39-43
4. *Andreev V.I., Yazyev B.M., Chepurnenko A.S.* On the Bending of a Thin Plate at Nonlinear Creep // Advanced Materials Research. 2014. Vol. 900. Pp. 707—710
5. *Sulain Abo Diab, Ibraheem Hassam* «Geometrical nonlinear analysis of thin plates using modified finite element method», Tishreen University // Journal for Research and Scientific Studies-Engineering Sciences Vol. (93) No. (4), pp. 175-195, 2017.

МЕТОДИКА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ НАВЕСНЫХ ФАСАДНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В настоящее время сферы производства, где распространены клеевые соединения, разнообразны и обширны, а само их применение стремительно развивается. В современном решении фасадов зданий всё больше внимания уделяют декоративным панелям, выполненным из лицевой части, стекло или плитка, и основы поверхности элемента [1,4].

Процесс склеивания представляет собой ряд действий, состоящих из: подготовки поверхностей соединяемых деталей, подготовки клеящей основы, нанесения её на склеиваемые поверхности, выдержки нанесенного состава перед сборкой, сборка деталей, прессовка, отверждение клеевого состава, зачистка и контроль за качеством итоговых соединений [2]. При этом возник вопрос: насколько качественно и быстро можно проводить контроль склеивания? Ведь в ином случае существует вероятность возникновения тонких воздушных линз.

Подавляющее большинство склеиваемых деталей имеет матовую поверхность, что приводит к осложнению проведения контроля качества соединений (рисунок 1).

Было выявлено, что на данный момент существуют и широко применяются такие методы испытания и контроля качества склеенной продукции, как [2,3]:

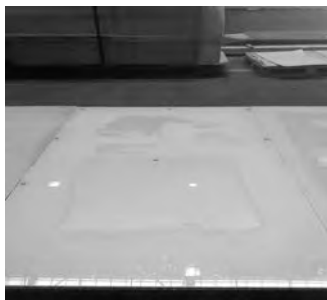


Рис. 1. Двухслойная клееная панель с воздушной линзой.

- 1) Визуальный метод;
- 2) Дефектоскопия;
- 3) Акустико-ультразвуковой метод;
- 4) Радиоскопический метод;
- 5) Оптический метод;
- 6) Деформационный метод;

7) Разрушающие методы контроля.

Обзор литературы показал, что на сегодняшний день не было проведено исследований, в которых бы делалась попытка найти более эффективный и быстрый способ производственного контроля качества склеивания и обнаружения дефектов размерами менее 1 мм.

Первостепенностью исследования стало определение нового метода диагностирования качества склеенных панелей, который привёл бы к снижению в масштабах строительного процесса при каждой проверке как материальной, так и временной составляющей, ведущей к удорожанию и увеличению сроков строительства. Данное исследование проводилось на образце прямоугольного сечения с размерами 900х600х10мм и воздушными полостями (рисунок 2а,б).

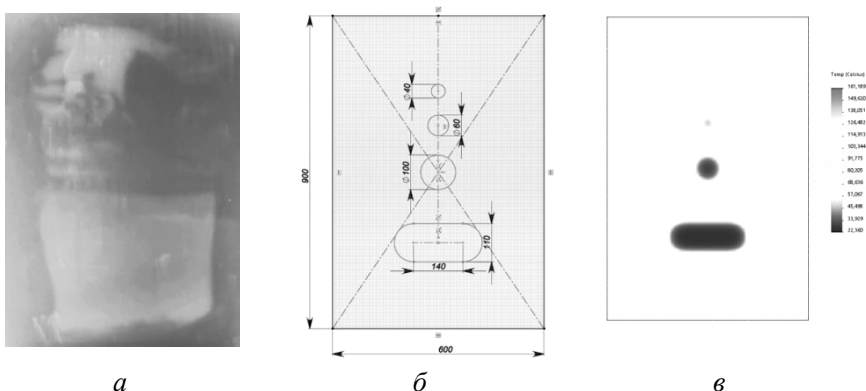


Рис. 2:

- а) Натурная фотография испытуемого образца;
- б) Используемая в исследовании модель панели;
- в) Показания тепловизора на лицевой поверхности модели стекла.

Для оценки качества клевого соединения и максимально быстрого и эффективного обследования панели был использован метод тепловизионного контроля [8]. Для этого была применена следующая постановка задачи: исследуемая панель была установлена на испытательный стенд в ИЛ СПКиФС НИУ МГСУ, на котором происходил процесс нагревания испытуемого образца. Затем была применена тепловизионная съемка панели, по результатам которой были выявлены и отчётливо видны воздушные полости разных размеров (рисунок 2в).

С помощью метода конечных элементов [7] была получена модель распределения температуры на поверхности стекла (рисунок 3).

Как видно, качественно результаты теоретического исследования были подтверждены экспериментально. Предложенный метод использования тепловизионного контроля при диагностировании

качества клеевых соединений позволяет фиксировать воздушные полости толщиной менее 1 мм и габаритами от 60 мм.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Магай А.А., Дубынин Н.В.* Светопрозрачные фасады высотных многофункциональных зданий // Вестник МГСУ. 2010. №2. С. 14-21.
2. *Вильнав Ж.Ж.* Клеевые соединения. Перевод с французского Л.В. Синегубовой. – М.: Техносфера, 2007. -385с.
3. *Мурашов В.В.* Неразрушающие методы контроля качества клеевых соединений. Наука и технологии ООО, 2008. – С. 20-26.
4. *Галямичев А.В.* Навесной вентилируемый фасад с облицовкой из тонких керамических панелей с клеевым креплением к каркасу. ФГАОУ ВО «СПбПУ», НИУПЦ «Межрегиональный институт окна» // светопрозрачные конструкции 2017. – С. 48-56.
5. *Gerasimova E.N., Galyamichev A.V., Mikhailova M.K., Dogru S.* Stress-strain state of a glass panel with adhesive point fixings. // Magazine of Civil Engineering, 2019. №8. – С. 127-141.
6. *Куреннов С.С.* Определение напряжений в клеевом соединении с областью непрочекля в продольном направлении с использованием упрощенной двумерной теории. Издательство Сибирского отделения // прикладная механика и техническая физика РАН, 2019. №4, - С. 174-182.
7. *Ильин В.П., Карпов В.В., Масленников А.М.* Численные методы решения задач строительной механики: Справ. Пособие; Под общ. ред. В. П. Ильина, - Мн.: Выш. шк., 1990. – 149 с.: ил.
8. ГОСТ 26629-85. Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций. М.: Издательство стандартов, 1986

Студент магистратуры 1 года обучения 3 группы ИСА *Шаринов М.З.*
Научный руководитель – зав. ЛИСМИИК *Какуша В.А.*

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ГИБКИ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ РАЗРУШЕНИЮ АРМАТУРЫ КЛАССА А500

Высокопрочная стальная арматура класса А500 пользуется большим спросом, что обусловлено высокими технико-экономическими характеристиками материала [1]. В новом стандарте на арматурный прокат классов А240...А1000, который вступил в силу с 1 января 2019 года, предусмотрено внедрение принципа базовых требований к арматуре. При этом характеристики усталостной прочности, свариваемости и других технологических свойств арматуры являются дополнительными параметрами и определяются в рамках конкретных заказов на испытания. Нами выполнены испытания на одноосное растяжение арматурного проката периодического профиля большого диаметра на машине «INSTRON 1000HDX». Образцы стержней диаметром 36 мм, прошедшие технологическую гибку на оправках диаметром ($D_{оп}$) 149 и 283 мм, перед испытанием внешних дефектов не имели (рис.1).

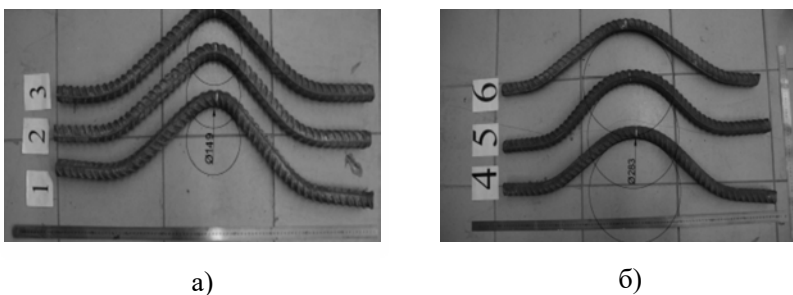


Рис.1 Образцы гнутых арматурных стержней периодического профиля: а) после изгиба на оправке $D_{оп} = 149$ мм б) после изгиба на оправке $D_{оп} = 283$ мм.

Испытание на растяжение проводили при комнатной температуре с автоматической записью диаграмм «напряжение-перемещение» (рис.2). При сравнении диаграмм растяжения прямого и гнутых стержней установлено, что удлинение гнутых образцов в процессе растяжения было значительно выше, чем прямых стержней. С увеличением $D_{оп}$ удлинение увеличивалось. На графиках испытания гнутых образцов не отмечался физический предел текучести.

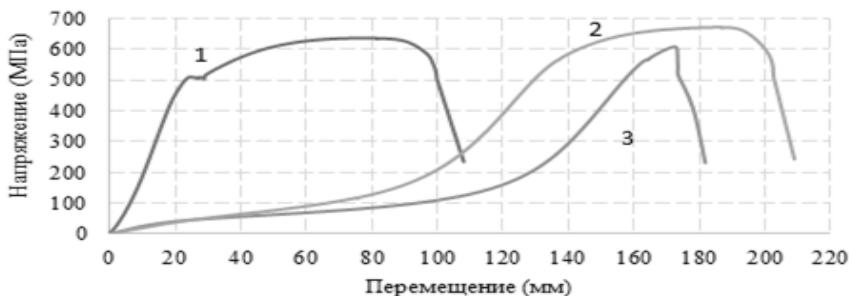


Рис.2 Диаграммы напряжение - перемещение образцов арматурных стержней: 1- без гибки, 2 – после гибки на оправке 283 мм, 3 - после гибки на оправке 149 мм.

По сравнению с прямым стержнем временное сопротивление растяжению гнутых изделий уменьшалось с 654 МПа до 557...580 МПа для образцов типа 3 и увеличивалось до 672 для образцов типа 2. При одинаковых условиях нагружения изменение прочности связывают [2], [3] с изменением процесса зарождения разрушения, а не с ростом разрушающей магистральной трещины. Повышение величины подповерхностных дефектов в процессе загиба стержня способствовало снижению напряжений и деформаций, необходимых для зарождения трещины. Это подтверждено различием в строении поверхности разрушения гнутых стержней (рисунок 3).



а) б) в)

Рис.3 Поверхности разрушения гнутой арматуры:
а) сечение излома образца 2, б) трещины у основания образца 3,
в) сечение излома образца 3

Изломы изученных образцов соответствуют структуре проката, упрочненного на класс А500 термической обработкой, с композитным кольцевым расположением нескольких зон по диаметру стержня [4]. При растяжении образцов с загибом на больший радиус трещина

образовывалась в центре сечения, о чем свидетельствует вязкий излом «конус-чашка» (рис.3а). Затем трещина распространялась в зоны переходного и поверхностного слоев стержня. Значительное уменьшение радиуса загиба приводило к локализации напряжений на поверхности у основания периодического профиля. При этом раскрытие трещин при растяжении образцов типа 3 происходило в поверхностных зонах с мартенситной структурой повышенного сопротивления деформированию (рис 3,б, в).

Таким образом, испытания показали, что для сохранения высокого сопротивления растяжению поверхностного слоя упрочненной арматуры допустима технологическая гибка на оправке $D_{оп}=283$ мм. Установлена чувствительность процесса формообразования арматуры класса А500 к таким факторам, как структура и степень локальной пластической деформации, что вызывает серьезные трудности [5] в получении качественных конструктивных элементов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Харитонов В.А., Снимщиков С.В., Саврасов И.П. и др. Новые экономические и технологические рубежи в производстве и применении периодического профиля для стальной арматуры // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экологической информации. 2017. №4.С.6-13.
2. Саврасов И.П. Экспериментальные исследования механических свойств и сцепления с бетоном арматуры класса прочности 500 н/мм². // Бетон и железобетон. 2009. № 4. с. 16-21..
3. Тихонов И.Н., Гуменюк В.С Анализ требований СП 52-101-2003 к ар-матуре класса прочности 500 МПа. // Бетон и железобетон. 2006. № 4. с. 6-11.
4. Юрьев А.Б, Громов В.Е., Чинокалов В.Я. и др. Формирование градиентных структур при прерывистом упрочнении арматуры большого диаметра // Материаловедение. 2003.№10. С.3-9.
5. Katanina A., Shuvalov A., Kornev The informative nature of the tests for evaluating the processability of a steel product // MATEC Web of Conferences Volume 251, IPICSE 2018

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ НАГЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ ПРИ РАБОТЕ НА СДВИГ

Одним из перспективных направлений развития сборного домостроения является применение нагельных соединений. Данная технология позволяет минимизировать работы по стыковке элементов в условиях строительной площадки. В конкретном случае нагельное соединение представляет собой соединение в виде инъектирования выпуска арматурного стержня из одного элемента (нижнего) в каналобразователе другого элемента (верхнего). При этом получают бесшовный стык. Главным преимуществом нагельных соединений является их способность при деформации не давать распора, который свойственен шпоночному соединению. В данном случае момент от действующих возле шва сопрягаемых элементов будет уравниваться обратным моментом, где оба момента - равнодействующие соответствующих усилий смятия.

Анализ научной и нормативной литературы показал отсутствие рекомендаций по расчету и экспериментальных исследований подобных соединений. Учитывая это возникла необходимость проведения исследований данных стыков. В данной работе приведены результаты натурных испытания на примере стыка двух стеновых панелей с заинъектированным арматурным стержнем, который выполняет функцию нагельного соединения.

Испытание нагельного соединения плит на сдвиг было выполнено по схеме, представленной на рисунке 1. При этом испытания проводили в вертикальном положении при сжимающем и растягивающем усилиях.

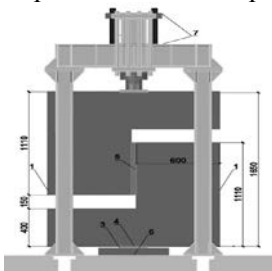


Рисунок 1. Схема испытания арматурного стержня на сдвиг при сжимающем усилии (1 - фрагменты панелей, 2-гидродомкрат, 5-раствор стыка, 3,4,6,7 – вспомогательные элементы).

Для проведения испытания используют испытательный стенд, состоящий из силовой рамы, гидравлического цилиндра и системы управления нагружением и сбором данных. Контроль перемещения осуществляется с помощью датчика перемещения типа LVDT, расположенного соосно штоку гидроцилиндра. Контроль величины нагрузки осуществляют тензорезисторным силоизмерителем, расположенным в гидроцилиндре.

Разработка системы нагружения включает в себя разработку способа создания расчетных нагрузок и определение геометрических параметров фрагментов для проведения испытания. При разработке системы нагружения учитывали необходимость реализации требуемых проектных схем приложения нагрузок и фактическое оснащение испытательной лаборатории. При испытаниях, в соответствии с требованиями нормативной документации, нагрузка на образец прикладывается в несколько этапов с поледующей выдержкой.

Как и в случае сжатия, так и при растяжении первые трещины были выявлены в мелкозернистом бетоне шва при нагрузке 90 кН вдоль арматурных стержней. Увеличение нагрузки до 110 кН привело к раскрытию существующей (до 0.4 мм) и образованию новой (шириной раскрытия около 0.4 мм) наклонной трещины в монолитном бетоне шва. Трещин в монолитном бетоне стеновой панели в процессе испытания не выявлено. Испытания остановили при достижении 240 кН испытательной нагрузки в результате достижения предела перемещений гидроцилиндра (100 мм).

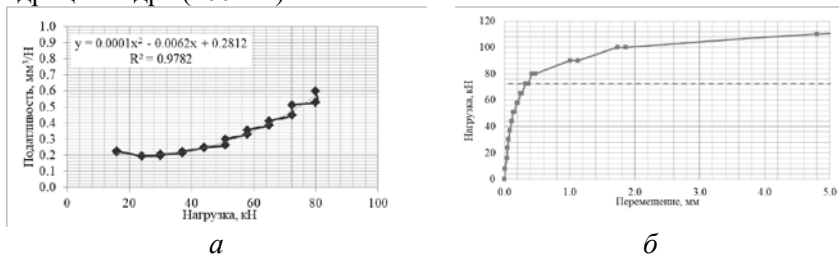


Рисунок 2. Диаграммы испытания арматурного стержня на сдвиг:

- Зависимость изменения податливости стыка от нагрузки.
- Средние сдвиговые перемещения в зависимости от нагрузки.

При этом полного отказа образца не произошло (рисунок 3). Было выявлено трещинообразование и выкалывание мелкозернистого бетона шва в зоне арматурных стержней, что связано со значительными сдвиговыми деформациями нагеле при запроектной нагрузке.

Выполненные экспериментальные исследования подтвердили теоретическое предположение о высоких прочностных и жесткостных характеристиках конструкций с нагельным соединением при проектных

нагрузках. Ввиду высокой прочности нагельного соединения, деформации нагеля и бетонной плиты тесно связаны между собой. Поэтому несущая способность нагельного соединения определяется тем видом сопротивления (т. е. изгибом нагеля или смятием бетонных стенок гнезда), который раньше достигает предельного состояния. Бетонные гнезда, как и ожидалось, первыми достигли своего предельного состояния, что вследствие привело к растрескиванию и выкалыванию бетонного шва, в котором был заинжектирован арматурный стержень. По результатам испытаний установлено, что данный тип соединения препятствует взаимному сдвигу, сохраняя целостность элементов конструкции и в разы повышая ее прочность при их работе преимущественно на изгиб.



Рисунок 3. Общий вид образца после проведения испытаний.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кавелин А.С.* «Цели и задачи экспериментальных исследований работы на сдвиг нагельного соединения» // «Инженерный вестник Дона», 2015, №2, С. 66-72.
2. *Запруднов В.И.* «Расчет несущих панельных домов при использовании новых строительных материалов» // «Лесной вестник / Forestry bulletin», 2007, С. 152-160.
3. *Вержебовский Г. Б., Щуцкий С. В.* «О работе на сдвиг гвоздевых соединений элементов слоистых деревянных панелей», // Вестник евразийской науки, 2012, С. 89-99.
4. *Ракитина В.О., Кузнецова К.А., Булгакова Л.И.* «Определение несущей способности нагельного соединения из ПСП» // ПОКОЛЕНИЕ БУДУЩЕГО: ВЗГЛЯД МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, №2, 2012, С. 12-23.
5. *Попов Е. В., Филиппов В.В., Мелехов В.И., Лабудин Б.В., Тюрикова Т.В.* «Влияние жесткости связей сдвига при расчете ребристых панелей на деревянном каркасе» // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2016, С. 143-156.

СЕКЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Студентка магистратуры 2 года обучения 31м группы ИСА Ананьева Ю.А.;

Студент 4 курса 14 группы ИСА Аветисян Р.Т.;

Студентка 3 курса 10 группы ИСА Бычкова В.А.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук А.С. Пилипенко

ПРИМЕНЕНИЕ ФИБРОБЕТОНА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Современное строительство неразрывно связано с решением задач, имеющих отношение к повышению эффективности строительного производства, снижению стоимости и трудоемкости строительных технологических процессов, экономному использованию ресурсов и применению новых современных материалов [1].

Основным конструкционным строительным материалом при возведении многоэтажных жилых домов является тяжёлый бетон. Для решения более специализированных задач применяется дисперсно-армированный его вариант – фибробетон. Такой бетон обладает повышенной трещиностойкостью, износостойкостью, морозостойкостью, ударной прочностью и долговечностью [2].

Фибробетон – современный строительный материал, армированный равномерно распределенными по всему его объему различными видами фибр, имеющими сцепление с бетоном по их поверхности. Качество армирования фибробетона зависит в первую очередь от вида и размеров применяемой фибры.

В зависимости от сырья фибра подразделяется на следующие виды – базальтовая, металлическая, стекловолоконная, полипропиленовая, целлюлозная. Основными достоинствами фибробетона является длительный срок службы, он имеет меньший вес, что облегчает строительную конструкцию [3].

Дисперсно-армированный материал обладает следующим рядом технических характеристик:

- повышенная прочность на разрыв и растяжение;
- повышенный модуль упругости;
- стойкость к атмосферным воздействиям и химическим веществам;
- пониженное трещинообразование;
- морозостойкость и жаропрочность;
- отсутствие усадки;

- стойкость к истиранию;
- эластичность;
- водонепроницаемость;
- ударная прочность.

Фибробетон является экономически выгодным строительным материалом за счет более высокой долговечности и эксплуатационной пригодности. Стоит отметить, что при возведении железобетонных конструкций наиболее трудоемким процессом являются арматурные работы, а применение фибробетона дает возможность исключить часть трудоемких операций по изготовлению сеток и каркасов и закреплению их в проектное положение, что соответственно сократит время бетонирования конструкции и ускорит процесс строительства.

При этом наиболее целесообразным способом применения фибробетона, по нашему мнению, является устройство стяжечных элементов. Элементы стяжки должны иметь повышенные эксплуатационные свойства и обеспечивать эффективное выравнивание напольного покрытия при минимальной толщине.

Целью нашего исследования является подбор оптимального состава фибробетонной смеси, удовлетворяющего заданным характеристикам при устройстве стяжки в многоэтажных жилых домах.

Физико-технические свойства фибробетона зависят от материала волокон, их количества и их размера [4]. Для подбора оптимального состава фибробетонной смеси в лаборатории кафедры «Строительных материалов и материаловедения» НИУ МГСУ проводятся экспериментальные исследования. В качестве объекта исследования были взяты пять видов фибры – базальтовая, целлюлозная, полипропиленовая, стальная и стекловолоконная. Для изготовления опытных образцов в качестве вяжущего материала при проведении испытаний был использован портландцемент М500 Д0, в качестве мелкого заполнителя – песок природный средней крупности. Расход воды для затворения бетонной смеси на протяжении эксперимента был принят постоянным.

На первом этапе были изготовлены контрольные образцы-балочки, размерами 40x40x160 мм и образцы-балочки с одинаковыми составами и разными процентами армирования фиброволокном. Приготовление фибробетонных образцов осуществлялось в лабораторном бетоносмесителе, в который загружались поочередно цемент, песок и вода. По готовности цементно-песчаного раствора в него вводилась фибра в соответствии с рекомендациями производителя и выбранным шагом в зависимости от типа фибры. Перемешивание продолжалось до равномерного распределения фиброволокна по всему объему смеси. Для уплотнения смесей в период формования применялась стандартная

виброплощадка, где время вибрирования составляло 60-120 с. Образцы-балочки помещались на одни сутки в ванну с гидрозатвором для исключения испарения влаги из них, и затем после распалубки из форм помещались в нормальные условия твердения с температурой (20 ± 2) °С и относительной влажностью воздуха (95 ± 5) %.

Для оценки эффективности введения фибры были проведены предварительные определения пределов прочности на изгиб и сжатие, которые показали, что введение фибры в смесь повышает прочностные характеристики образцов даже при слабой степени дисперсности и повышенном водоцементном отношении.

По истечении 28 суток твердения образцов будут проведены стандартные испытания для определения пределов прочности образцов на растяжение при изгибе, прочности на сжатие испытуемых образцов в соответствии с ГОСТ 10180-2012, будет определена удобоукладываемость бетонной смеси в соответствии с ГОСТ 10181-2014, а также будут проведены исследования по определению морозостойкости образцов в соответствии с ГОСТ 10060-2012 «Бетоны. Методы определения морозостойкости».

В дальнейшем, после проведения стандартных методов испытаний и анализа полученных данных будут построены графики зависимости исследуемых свойств от процентного содержания различных видов фибр. Так же будут определены три вида фибры с оптимальным процентным содержанием в бетонной смеси, наиболее повышающих заданные характеристики, которые будут исследованы аналогичным образом при различных параметрах их длины и толщины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Клюев С.В.* Экспериментальные исследования фибробетонных конструкций с различными видами фибр // Международный научно-исследовательский журнал, №2 (33), 2015, с. 39-44.
2. *Окольникова Г.Э., Хамракулов Р.А., Суслов Ю.В.* Перспективы развития железобетонных конструкций из высокопрочных бетонов // Системные технологии, №1 (18), 2016, с. 7-17.
3. *Клюев А.В., Нетребенко А.В.* Армирующие материалы и их свойства для производства фибробетонов // Сборник Международной научно-технической конференции молодых ученых БТТУ им. В.Г. Шухова, 2013, с. 17-21.
4. *Сарайкина К.А., Шаманов В.А.* Дисперсное армирование бетонов // Вестник ПГТУ, Урбанистика, №2, 2011, с. 70-75.
5. *Anton Pilipenko, Karapet Ter-Zakaryan, Ekaterina Bobrova, Alexey Zhukov.* Insulation systems for extreme conditions // International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment 2019. Vol. 19. Pp. 1819-2586. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.08.112>

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ «ЗЕЛЁНОЙ» КРОВЛИ

Виды «зелёной» кровли

«Зелёная кровля» - разновидность эксплуатируемой кровли, в которой в качестве верхнего слоя применяется растительный грунт, укладываемый на дренажный слой. В зависимости от видов применяемых растений, различают интенсивные и экстенсивные «зелёные» кровли.

- Интенсивные «зелёные» кровли (рис. 1, а) устраивают на плоских крышах зданий. Они требуют регулярного ухода: покоса газона, полива, внесения удобрений, прополки. На крышах с интенсивным озеленением могут выращиваться все виды растений, используемых в ландшафтном дизайне: растения, кустарники, деревья. Для такого типа кровли необходим толстый слой грунта, толщина которого достигает до 150 см. Нагрузка такой кровли может составлять до 700 кг/м².

- Экстенсивные «зелёные» кровли устраиваются как на плоских «зелёных» крышах, так и на скатных и не требуют настолько тщательного ухода, как интенсивные (рис. 1, б). В сравнении с интенсивным типом, данная кровля возводится намного легче. Для экстенсивной «зелёной кровли» требуется легкий грунт толщиной от 5 до 15 см. Нагрузка грунта составляет от 60 до 150 кг/м². Для озеленения кровли выбирают растения, не требующие сложного ухода [1, 2].



а



б

Рис. 1. Интенсивные (а) и экстенсивные (б) «зелёные» кровли

Особенности проектирования зелёной кровли

«Зелёная» кровля состоит из нескольких слоев (рис. 2) [3–5].

- *Несущее основание.* Для плоской крыши это - бетонные плиты перекрытия, а для скатной - сплошная обрешётка. В случае с плоской

бетонной крышей рекомендуется делать уклон от 1,5 до 5 градусов с использованием цементно-песчаной стяжки.

- *Пароизоляция.* Для предотвращения накопления конденсата в кровле применяют битумно-полимерные рулонные материалы.

- *Теплоизоляция* – плиты из пробки либо экструзионный пенополистирол. Если крыша уже утеплена между стропилами, то дополнительная теплоизоляция может не потребоваться.

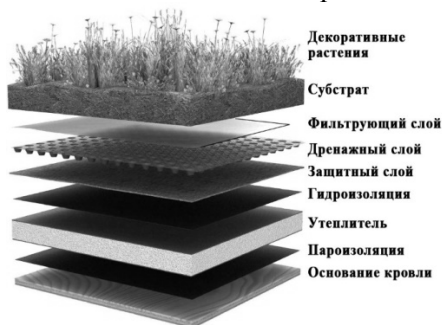


Рис. 2. Конструкция «зелёной» кровли

- *Гидроизоляция* – мастичные либо рулонные полимерные, битумно-полимерные материалы. Монтаж гидроизоляции можно производить как прямо на кровельное покрытие, так и предварительно установив влагостойкую фанеру.

- *Защита от корней растений.* Для предотвращения прорастания растений и повреждения конструкции кровли необходимо сделать корнезащитный слой. Для этого на слой гидроизоляции укладывают полимерную пленку, фольгу, либо пленку с металлическим покрытием.

- *Разделительные и защитные слои* необходимы для того, чтобы несовместимые друг с другом материалы не соприкасались, а также во избежание механических повреждений.

- *Дренажный слой* служит для сохранения влаги, необходимой для жизнедеятельности растений, а также для удаления лишней влаги в водосточную систему. В качестве дренажных материалов используют сыпучие материалы: гравий, щебень, вулканические породы, а также нетканые холсты или полимерные маты.

- *Фильтрационный слой* нужен для отсеивания мелких частиц грунта, которые способны засорять дренажную систему. Материалом для создания фильтрационного слоя может служить геотекстиль либо густоплетеный холст.

- *Георешетки.* Величина угла наклона скатных крыш может достигать до 25° и более. Для предотвращения сползания грунта применяют георешетки – ячейки из пластика. Также по периметру

кровли устанавливают бортики для скрепления всех слоев зелёной кровли.

- *Грунт для кровли* должен быть легким и пористым. При подборе вида и толщины грунта следует учитывать типы растений, которые будут высажены на кровле.

- *Растения на кровле.* Рекомендуется выбирать неприхотливые виды растений, так как на растения воздействует сильный ветер. В регионах с умеренным климатом и в более холодных, необходимо высаживать морозостойкую траву. При желании посадить деревья, лучше выбрать карликовые виды, так как их корни прорастают в глубину не настолько глубоко.

Преимущества и недостатки «зелёной» кровли

Преимущества «зелёной» кровли: 1) долговечность крыши – растения на кровле защищают крышу от внешних воздействий; 2) хорошая теплоизоляция – в зданиях с «зелёной» кровлей зимой тепло, а летом прохладно; 3) экономия электроэнергии – вследствие хорошей теплоизоляции, роль обогревателей и кондиционеров снижается, в связи с этим снижается и потребление электроэнергии; 4) дополнительная звукоизоляция – растительность на кровле способна заглушить шум с улицы; также вместе со снижением роли кондиционеров и обогревателей уменьшается и шум внутри здания, создаваемый ими; 5) продление срока службы изоляционных материалов.

К недостаткам можно отнести необходимость периодического обслуживания зелёной кровли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Румянцев Б.М., Ляпидевская О.Б., Жуков А.Д.* Системы изоляции строительных конструкций: учебное пособие/ М.: МГСУ, 2017, 596 с.
2. *Айзерло Х.П.* Изоляция плоских кровель: конструктивные системы, материалы, технологии, детали. М.: Бизнес Медиа, 2007, 288 с.
3. *Савельев А.А.* Конструкции крыш. Стропильные системы. М: Аделант, 2012, 120 с.
4. *Aleksey Zhukov, Andrey Medvedev, Alexey Poserenin and Boris Efimov* Ecological and energy efficiency of insulating systems 03070 // E3S Web of Conferences.Vol. 135 (2019) (ITESE-2019) Published online: 04 December 2019. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913503070>.
5. *Anton Pilipenko, Karapet Ter-Zakaryan, Ekaterina Bobrova, Alexey Zhukov.* Insulation systems for extreme conditions // International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment 2019. Vol. 19. Pp. 1819-2586. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.08.112>

САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЙСЯ БЕТОН

Бетон – это искусственный каменный материал, который состоит из вяжущего вещества, крупного и мелкого заполнителя, воды. Тяжелый бетон имеет ряд достоинств: высокую прочность при сжатии, морозостойкость, водостойкость и др.

Однако под влиянием внешней окружающей среды свойства бетона могут ухудшаться, в результате чего возникают трещины. Трещины постепенно расширяются, пропуская внутрь толщи бетона влагу. Влага доходит до арматуры и запускает процесс коррозии. В результате происходит разрушение бетона. Одним из способов повышения долговечности является применение самовосстанавливающегося бетона [1, 2].

Самовосстанавливающийся бетон – инновационный материал, позволяющий решить проблему разрушения бетонных и железобетонных конструкций, самостоятельно залечивая возникшие в нем трещины. Существует три основных механизма получения данного материала: естественный (природный), химический и биологический [1].

Целью настоящего исследования является анализ различных типов самовосстанавливающихся бетонов, биобетона и методов их получения.

Рассмотрим каждый из указанных методов и используемые материалы [3].

- Естественный (природный) самовосстанавливающийся бетон.

Блокирование трещин происходит в результате следующих процессов:

- выделение гидроксида кальция, или карбонат кальция;
- блокирование трещин грязью при наличии воды;
- путем гидратации непрореагировавших бетонных или цементных материалов;
- набухание гидратного геля силиката кальция [3, 4].

Данный метод позволяет ограниченно блокировать трещины.

- Химический самовосстанавливающийся бетон.

«Залечивание» бетона происходит путем введения химических компонентов в трещины:

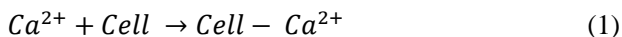
- сосудистые сети и полые трубы - хрупкие капилляры или волокна, одни которые заполнены мономером, другие отвердителями. Во время образования трещины, трубы, находящиеся в бетоне, разрываются и отвердители смешиваются с мономерами, способствуя заживлению трещины;

- инкапсулированный клей – капсулы различного размера, содержащие эпоксидную смолу в качестве клея и акриловую смолу в качестве отвердителя; при образовании трещины они разрываются, и клей распределяется внутри полости. Бетонная конструкция с применением данного метода способна восстановить 26% своей массы, в то время как сосудистые сети и полые трубы восстанавливают лишь на 20%.

- Биологический самовосстанавливающийся бетон (биобетон).

«Залечивание» бетона осуществляется путем применения бактерий, источником питания которых является лактат кальция, помещенный в микрокапсулы наряду с бактериями.

В состав бетонной смеси добавляют микрокапсулы биоразлагаемого пластика с бактериями. Проникновение воды в толщу бетона приводит к растворению капсулы, и освобожденные бактерии потребляют лактат кальция, в результате чего происходит химическая реакция, создаваемая кальцит или известняк, который затем заполняет трещины. Поскольку клеточная мембрана бактерий заряжена отрицательно, то бактерии извлекают катионы из окружающей среды, в том числе Ca^{2+} . Ионы Ca^{2+} впоследствии вступают в реакцию с CO_3 , образуя $CaCO_3$, который заполняют трещины.



где *Cell* - клеточная мембрана бактерий.

Эти бактерии в состоянии покоя способны находиться до двух столетий [4]. С помощью микроорганизмов можно заполнять трещины даже в уже построенных конструкциях. В результате проведенных исследований были получены следующие характеристики (таблица 1) [5].

В течение последних десятилетий два вида процессов (химические и природные) довольно широко используются для разработки «самовосстанавливающегося бетона», в то время как новый процесс, называемый биологическим, исследован не полностью [6, 7].

Таким образом, исследования структуры и свойств биобетона показали его преимущества перед обычным тяжелым бетоном: он способен увеличить эксплуатационный срок здания и уменьшить затраты на ремонт, а также уменьшить количество выбросов углекислого газа при производстве бетона. Биобетон – это новая эра развития биологических зданий.

Сравнение характеристик методов самовосстановления бетона

Характеристики	Естественный самовосстанавливающийся бетон	Химический самовосстанавливающийся бетон	Биологический самовосстанавливающийся бетон
Ширина заживления трещин	До 0,1-0,2 мм	Не установлено	До 0,5 мм
Увеличение срока эксплуатации и задания	Не установлено	Не установлено	В 2 раза
Процент восстановления трещин	Не установлено	От 20 до 26% своей массы	Не установлено
Стоимость	-	Не установлено	50% от обычной стоимости

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Корнилова М. В., Антончик Т. В. Самовосстанавливающийся бетон // Сборник статей Международной научно-практической конференции. В 4-х частях. 2017. С. 51-53.
2. Аскеров М.Д., Ляпидевская О.Б. Гидроизоляционный состав для пропитки поверхности бетона// Патент на изобретение RU 2350583 С1, 27.03.2009. Заявка № 2007133000/03 от 04.09.2007.
3. Balazs A.C. Modeling self-healing materials // Materials today. 2007 Sep 1; 10(9):18-23.
4. Hearn, N., Morley, C. T. Self-sealing property of concrete. Experimental evidence // Materials and Structures. 1997. V. 30. P. 404-411.
5. Енютина М.К. Анализ и перспективы использования самовосстанавливающегося бетона // Устойчивое развитие науки и образования. 2019. № 8. С. 93-99.
6. Пашкевич А. А., Орешкин Д. В., Ляпидевская О. Б. Сухие строительные смеси с полыми микросферами//Сб. V межд. конф. Надежность и долговечность строительных материалов, конструкций и оснований фундаментов. Волгоград.: ВолГАСУ, 2009. С. 207-211.
7. Кириллов К.И., Орешкин Д.В., Ляпидевская О.Б. Эффективный тампонажный раствор с полыми стеклянными микросферами// Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2006. № 3. С. 40-41.

Студент 4 курса 31 группы ИСА Валюженич Д.Д.;

Студент 4 курса 31 группы ИСА Чубин И.В.

Научный руководитель - доц., канд. техн. наук, И.В. Козлова

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕКОРАТИВНОГО БЕТОНА В ЛАНДШАФТНОМ ДИЗАЙНЕ

В настоящее время стремительно развиваются технологии декорирования архитектурной среды и ландшафтного дизайна [1]. Наиболее востребованным строительным материалом, используемым в данном направлении строительного материаловедения, является декоративный бетон. Он представляет собой высококачественный бетон с высокими эксплуатационными свойствами и художественными характеристиками [2-4].

Востребованность декоративного бетона определяется разнообразием фактур и оттенков цветовой гаммы (рис. 1). Наиболее часто он используется в декорировании парковой зоны города и приусадебных участков. Современное общество все чаще стремится к гармонии и красоте, которую можно достичь с применением архитектурных объектов из декоративного бетона. В декорировании могут быть использованы различные направления архитектуры от классицизма до хай-тека. Легко можно комбинировать композиции из декоративного бетона и камня или дерева. Например, сочетание гранитной брусчатки с бетонными плитами.



Рис.1. Образцы поверхностей декоративного бетона

Из литературных источников [5-6] следует, что декоративный бетон обладает высокими техническими характеристиками. Эффективность его применения обоснована следующими технологическими параметрами:

- стойкостью к агрессивным химическим соединениям (щелочи, нефтепродукты, эфиры и т.д.);
- стойкостью к воздействию ультрафиолетового излучения;
- высокой устойчивостью к колебаниям температур (от минус 40 °С до + 40 °С);

- повышенной морозостойкостью – около 300 циклов;
- высокой износостойкостью;
- высокой прочностью на сжатие и изгиб;
- разнообразием цвета и фактуры;
- получением гладкой поверхности за счет мелкозернистой структуре материала;
- противоскользящими характеристиками покрытия.

Изготовление малых архитектурных форм из бетона проводилось уже достаточно давно. Это были классические колонны, бюсты, вазоны, которые украшали парковую зону городов и объектов архитектурного наследия. Сейчас внесены в дизайн парковых зон много других элементов различных стилей и направлений, например, часто используются небольшие садовые фонтаны (рис. 2), скамейки с деревянным верхним покрытием, необычные скульптуры, урны и т.д.

Применение различных элементов архитектуры не только вносят красоту и изящество в придомовую территорию, но и способны решить ряд практических задач. Цель ландшафтного дизайна – это создание уюта и гармонии, а также маскировка проблемных участков придомовой территории. Такие участки можно задекорировать как с помощью флоры, так и с применением малых архитектурных форм из декоративного бетона. Например, если на участке имеются ямы, впадины, можно сделать небольшой пруд из декоративного бетона, украсив натуральными камнями его края (рис. 3).



Рис.2. Фонтан из декоративного бетона



Рис. 3 Пруд из бетона

Также можно привести и другие примеры неординарного использования бетона в ландшафтном дизайне. Выразительны бетонные дорожки (рис. 4), цветные и рельефные, с контурами листьев, цветов, выполняемых еще на жидком бетоне. Дополнительно в композицию дорожек можно включить мелкие камни, морские ракушки, кусочки фарфоровой посуды, также оставить просветы в бетоне в виде стрелок, показывающих направление к дому.



Рис.4. Дорожки из декоративного бетона

В связи с развитием ландшафтного дизайна и современных тенденций строительного материаловедения наблюдается все большее внедрение малых архитектурных форм из бетона в садово-парковые зоны города и придомовые территории коттеджей, дач, особняков. Бетон не является новой разработкой, но благодаря совершенствованию его различных эксплуатационных свойств и декоративных характеристик все чаще используется для создания новых архитектурных форм и арт-объектов, позволяющих вносить особые нюансы в декоративный ансамбль парковой зоны отдыха.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кочережко О.И., Кочережко Н.В.* Ландшафтный дизайн вашего приусадебного участка. Советы дизайнера – Ростов н/Д.: Феникс, 2004. 370 с.
2. Декоративный бетон // Архитектурное материаловедение: свободная электрон. б-ка. iFreeStore. 2018. URL: <http://ifreestore.net/5515/34/> (дата обращения: 18.02.2020).
3. Применение декоративного бетона // ZURbazar: торгово-информ. портал. 2018. URL: <http://www.zurbazar.ru/stati/primenenie-dekorativnogo-betona-21.html> (дата обращения: 18.02.2020).
4. Декоративный бетон // Калькулятор: справ. портал. 2014. URL: <https://www.calc.ru/Dekorativniy-Beton.html> (дата обращения: 18.02.2020).
5. *Pilipenko, A., Bazhenova, S., Kryukova, A., Khapov, M.* Decorative light transmitting concrete based on crushed concrete fines // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 365, Issue 3, 2018, № 032046. DOI: 10.1088/1757-899X/365/3/032046.
6. *Маркина О.М.* Инновационные материалы в дизайне среды // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. 2014. № 2. С. 67-72.

Студент 4 курса 2 группы ИСА Урмайкин Е.А.;

Студент 4 курса 6 группы ИСА Волошин Д.А.

Научный руководители: доц., канд. техн. наук, доц. Н.И. Шестаков,
доц., канд. техн. наук, доц. М.Б. Кадоо

БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИЛАКТИДА

Нерациональное использование природных ресурсов, а также накопление бытовых и промышленных отходов, которые связаны с непрерывно возрастающей техногенной деятельностью человека, оказывают губительное воздействие на окружающий мир. Поэтому в наши дни вопросы рационального природопользования и утилизации промышленных и бытовых отходов выдвигаются на первый план [1, 2].

Таблица 1.

Сведения о биоразлагаемых полимерах

№	Полимер	Описание
1	Полилактид (ПЛА)	Вырабатывается путем полимеризации молочной кислоты, и ферментативным способом из продуктов сельскохозяйственного или пищевого производства, содержащих углеводороды.
2	Сополимера этилена и винилацетата (СЭВА)	Представляет собой эластичный каучукообразный материал с высокой степенью кристаллизации. По своим свойствам этиленвинил ацетат напоминает полиэтилен высокого давления, однако обладает более высокой прозрачностью и гибкостью, но при этом имеет пониженную твердость.
3	Полигидроксиалканоаты (ПГА)	Представляют собой биополимеры ациклических гидроксикарбоновых кислот, которые синтезируются многими прокариотическими микроорганизмами в специфических условиях несбалансированного роста
4	Полимеры и сополимеры винилового спирта (ПВС)	получают гидролизом поливинилацетата. Макромолекулы ПВС могут не иметь остаточных винилацетатных звеньев, или содержать их в количестве от 1 до 30 % мол.

Накопленного человеком многолетнего опыта в переработке и использовании природных ресурсов катастрофически не хватает в

современном мире, в котором общий процент использования техногенных и бытовых отходов остается очень малым.

Проработано множество способов решения проблемы накопления пластиковых отходов. Один из них – применение биоразлагаемых полимеров. Под действием микроорганизмов, они разлагаются на органические вещества, которые не представляют опасности для здоровья человека и окружающей среды [3–5].

Выделяют три основные группы биоразлагаемых пластиков: материалы на основе крахмала, полигидроксиалконоаты (ПГА) и полилактиды (ПЛА).

Биоразлагаемый материал полилактид или полимолочная кислота (PLA) – это синтетический, алифатический полиэфир, полученный из низкомолекулярных веществ молочной кислоты. Преимуществом PLA, помимо биологической составляющей, является тот факт, что его получают из возобновляемых ресурсов, таких как сахарная свекла или кукуруза.

Биоразлагаемые полимеры способны сочетаться с другими добавками и полимерами, а также для его переработки возможно использование стандартных технологий производства пластмасс. Цель работы – рассмотрение возможности применения биоразлагаемого полимера полилактида для изготовления биокompозитных материалов.

Полилактид имеет следующие характеристики: плотность 1,25 г/см³; температуру плавления 175-179 °С; температуру стеклования 60-62 °С; прочность при сжатии 64 МПа; предел прочности при изгибе 94 МПа; относительное удлинение при разрыве 5,8 %; ударную вязкость 3,8 кДж/м².

Для получения древесно-полимерного композита использовали смесь полимера и сосновых опилок в соотношении 2:1. Образцы изготавливались при температуре 240°С и давлении прессования 10 МПа. Для проведения экспериментов был выбран поли-L-лактид,

Изготовление образцов осуществлялось методом горячего прессования. Предварительно разогретые компоненты помещались в пресс-форму состоящую из пустого цилиндра диаметром 15 см и двумя, свободно перемещающимися поршнями. Разогретая масса укладывалась ровным слоем на подготовленное основание формы и закрывалось верхним поршнем. Время прессования составляло 2 минуты. После прессования образцы извлекались из форм и оценивались стандартными методами физико-механические и гидрофизические свойства полученных композитов. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Свойства полученных композитов

№	Масса компонентов, г		Предел прочности на изгиб, кН	Коэффициент размягчения	Водопоглощение по массе, %
	Опилки	ПЛА			
1	30	130	1,82	0,93	0,95
2	30	117	1,86	0,62	0,99
3	30	143	1,80	0,87	0,76

До настоящего времени использование полилактида было ограничено некоторыми проблемами, в частности, экономически затратное производство и ограниченность используемого оборудования. Однако, промышленность и технологии неустанно продолжают развиваться, и уже на сегодняшний день PLA стал более доступным материалом. Результаты исследований позволяют сделать вывод, что композиционные древеснополимерные материалы на основе полимера полилактида, является перспективным строительным материалом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ryataev E.R., Pilipenko E.S., Burtseva M.A., Mednikova E.A., Zhukov A.D.* Composite material based on recycled concrete. FORM 2018. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 032015(2018) doi:10.1088/1757-899X/365/3/032041.
2. *Жук П.М., Жуков А.Д.* Нормативная правовая база экологической оценки строительных материалов: перспективы совершенствования // Экология и промышленность России. 2018. Т.22, №4, С. 52–57.
3. *Песецкий С.* Полимерные композиты технического назначения// Наука и инновации. 2013. №9 (127). С 21-23.
4. *Роговина С З., Алексанян К.В., Косарев А.А., Иванушкина Н.Е., Прут Э.В., Берлин А.А.* Биоразлагаемые полимерные композиции на основе полилактида и целлюлозы//Высокомолекулярные соединения. 2016, том 58, № 1, С. 43–52.
5. *Никонова Д.К., Однорал Д.И.* Переход на биоразлагаемый пластик - как способ сокращения ТБО// Биотехнология: состояние и перспективы развития. 2015. С. 303-305.

Студентка магистратуры 1 года обучения 4 группы ИСА Зиновьева Е.А.;

Студентка магистратуры 2 года обучения Путинцева Л.М.

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

СИСТЕМЫ ИЗОЛЯЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КАРКАСНЫХ АНГАРОВ

В современном строительстве одним из перспективных направлений является применение металлических конструкций. Применительно к объектам промышленного назначения используются бескаркасные и каркасные конструкции. Вместе с этим наиболее экономичным является использование легких металлических конструкций (ЛМК) и легких стеновых металлических конструкций (ЛСТК).

В качестве теплоизоляции в бескаркасных системах могут использоваться жесткие плиты из минеральной ваты (стекловаты и каменной ваты), плиты из экструзионного пенополистирола или маты из пенополиолефинов (в основном пенополиэтилена или пенополипропилена). Может также применяться теплоизоляционные плиты из пенополиизоцианурата из теплоизоляции из пенополиуретанов, в том числе напыляемая. В каркасных зданиях предпочтительным является использование рулонного пенополиэтилена или, при повышенных требованиях к пожарной безопасности матов или плит на основе каменной ваты или изделий на основе базальтового волокна.

Утепление вспененным полиэтиленом заключается в следующем бескаркасных конструкций рулоны вспененного полиэтилена крепятся к основанию (листам профилированного металла) с внутренней стороны утепляемого объекта так, чтобы металлизированная поверхность была обращена во внутрь помещения. Рулоны пенополиэтилена крепятся с помощью омедненных штифтов и фиксируются латунными шайбами. Важным преимуществом рулонного пенополиэтилена является возможность получения бесшовного покрытия: рулоны соединяются в замок и сваривают горячим воздухом с помощью строительного фена.

Подобное решение запатентовано и позволяет сократить до минимума потери на обогрев помещений и значительно повысить однородность изоляционной оболочки. Пенополиэтилен имеет низкую теплопроводность и плотность, высокую влагостойкость и низкую паропроницаемость, то есть данное решение направлено на формирование тепло- паро- и водоизоляционной оболочки.

При возведении каркасных объектов теплоизоляционный материал укладывают снаружи и закрывают тентом из поливинилхлоридной

мембраны (рис. 1). Рулоны пенополиэтилена поднимаю подъемником на кровлю и раскатывают их от конька кровли в обе стороны. В качестве каркаса используют ЛСТК. Эти конструкции имеют просечной профиль, ребра жесткости и фланцы.



Рис. 1. Каркасная конструкция общий вид

При изготовлении просечного профиля используется так называемых эффект наклепа: упрочнения металла при его механическом нагружении (в данном случае за счет его растяжения).

Подобная система теплоизоляции имеет очень высокую степень надежности. Пенополиэтилен с механическим закреплением на каркасе или металлическом корпусе деформируется соответственно с температурными деформациями металлической конструкции. Материал имеет высокую прочность при растяжении, а прочность сварного шва составляет не менее 40% от прочности материала.

Разработанные системы изоляции (разработкой различных конструкций и аспектов технологии монтажа занимались и продолжают заниматься НИУ МГСУ, ООО Теплофол и НИИСФ РААСН, а также ряд других фирм) хорошо зарекомендовали себя при изоляции сооружений ангарного типа, складов для хранения сельскохозяйственной продукции, животноводческих объектов, производственных объектов, гаражей как гражданского, так и специального назначения [1, 2].

При формировании изоляционной оболочки объектов ангарного типа, имеющих большой объем, сначала монтируется металлический каркас. Потом рулоны пенополиэтилена (толщиной 200 мм) с помощью подъемника поднимают к коньку здания, раскладываются от конька, закрепляются и далее монтируется защитная полимерная мембрана.

Соседние рулоны соединяются в замок и сваривают горячим воздухом с помощью строительного фена или автоматизированных мобильных устройств.

Системы зданий на металлическом облегченном каркасе и с применением в качестве гидро- паро- теплоизоляции рулонного пенополиэтилена и защитной полимерной мембраны можно рассматривать как наглядным пример реализации принципов энергетической эффективности [3].

Так же необходимо отметить относительно невысокую стоимость пенополиэтилена, обусловленную экономичностью материала в изготовлении и отсутствием энергоемких процессов. Материалы относятся к категории экологически чистых и полностью безопасных для человека. Полиэтилен широко применяется в медицине, в том числе при протезировании [4].

В качестве каркасного материала допускается применением деревянных конструкции с стандартной обработкой гидрофобизацией, антисептированием и огнезащитными покрытиями [5]. Изоляционная оболочка каркасных сооружений выполняется из рулонированного пенополиэтилена с последующим защитной облицовкой, например, сайдингом или его аналогами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Zhukov A.D., Ter-Zakaryan K.A., Semenov V.S.* Insulation systems with the expanded polyethylene application. Science Direct IFAC Paper On Line Volume 51, Issue 30, 2018, Pages 803-807. DOI: 10.1016/j.ifacol.2018.11.191.
2. *Zhukov A. D., Ter-Zakaryan K.A., Semenov V.S., Kozlov S.D., Zinovieva E.A. and Fomina E.D.* Insulation systems for buildings and structures based on polyethylene foam. МГСУ. IPICSE. Published online: 14 December 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201825101014>.
3. *Pilipenko A., Bobrova E. and Zhukov A.* Optimization of plastic foam composition for insulation systems. 02017 // Published online: 02 April 2019. TPACSEE 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199102017>
4. *Жук П.М., Жуков А.Д.* Нормативная правовая база экологической оценки строительных материалов: перспективы совершенствования // Экология и промышленность России. 2018. Т.22, №4, С. 52–57. DOI: 10.18412/1816-0395-2018-4-52-57
5. *Zhukov A., Dovydenko T., Kozlov S., Ter-Zakaryan K. and Bobrova E.* Innovative technologies for low-rise construction. 02032 // Published online: 02 April 2019. TPACSEE 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199102032>.

Студентка 4 курса 7 группы ИСА Ильина А.С.

Научный руководитель - д-р техн. наук, проф. Ткач Е.В.

ДЕКОРАТИВНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ КОЛЛОИДНЫХ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ

Прогресс в строительном материаловедении, развитие индустриальных методов строительства, а также достижения в области строительной химии и физики позволили коренным образом изменить отношение к декоративным покрытиям на основе коллоидного цементного вяжущего [1,2]. Возросли и требования к декоративным покрытиям, они должны обладать дополнительными свойствами, к которым относятся проницаемость, водоудерживающая способность, гидрофобность, адгезия с основанием, повышенная прочность для наружных работ и для внутренних работ – повышенная стойкость к истиранию и т.д. Все перечисленное выше обусловлено структурой цементного камня.

Одним из важнейших условий повышения качества коллоидного цементного вяжущего являются физико-химические модифицированные поверхности в гетерогенных системах органическими или активными минеральными добавками и максимально возможная гомогенизация, что будет являться залогом успешного применения тонкомолотых цементных систем для получения покрытий [3–5]. Модификацией различными комплексами химических и минеральных добавок можно значительно улучшить физико-механические свойства коллоидного цементного клея и раствора на его основе, в том числе необходимые свойства: подвижность, пластичность, липкость, высокие адгезионные показатели, водостойкость и морозостойкость.

Однако применение порошковых модификаторов имеет ряд особенностей, которые обусловлены процессом их перехода от твердого состояния к жидкому при незначительных расходах воды. Для получения растворов на основе коллоидного цементного вяжущего, отвечающего нормативным требованиям, на современных технологических линиях широко используют модифицирующие добавки полифункционального назначения, которые при введении в смеси в процессе помола исходных компонентов или перемешивания способствуют существенному изменению свойств и структуры при практически неизменном количестве основных составляющих. Поэтому для получения декоративных покрытий на основе коллоидных цементных систем необходимо исследовать влияние химико-технологических факторов модифицирования коллоидных цементных систем.

Производство коллоидного цементного вяжущего невозможно без использования модифицирующих добавок. Полимерная ретисперсионная добавка в комбинации с коллоидным цементным вяжущим (КЦВ) позволяет создавать готовые модифицированные сухие смеси стабильного качества. Оптимальным является введение в смесь 0,6 % ретисперсионного полимерного порошка от массы цемента. Дальнейшее увеличение количества добавки (более 0,6 %) малоэффективно и экономически не целесообразно.

Влияние поверхностно-активных веществ (ПАВ) на свойства дисперсных цементных систем изучали на лабораторных образцах с размерами 4×4×16 см после 28 суток нормального твердения. Подвижность затворенных цементно-песчаных смесей определяли при идентичном водоцементном отношении.

Таблица 1.

Свойства цементных систем в зависимости от содержания ПАВ

Количество добавки ПАВ, % (от массы цемента)	Нормальная густота, %	Подвижность (по Сутгарду), см	Предел прочности при, МПа	
			сжатии	изгибе
0	27,4	15	46,1	10,4
0,1	22,1	23	51,6	12,1
0,3	21,6	25	53,2	12,2
0,4	20,7	28	61,7	14,2
0,5	20,8	29	60,9	13,6

Наблюдается уменьшение водопотребности и повышение подвижности в образцах с добавками ПАВ (суперпластификатор) в сравнении с образцами без добавки. Полученные данные показывают, что при содержании суперпластификатора 0,4 % от массы цемента обеспечиваются оптимальные свойства дисперсных цементных систем.

При исследовании структурных характеристик затвердевшего камня из коллоидных цементно-песчаных смесей при различном сроке твердения установлено, что общая и открытая пористость затвердевшего цементного камня на основе составов с добавкой ПАВ ниже значений пористости образцов без добавки.

Декоративное покрытие на основе коллоидных цементных систем можно отнести к классу минеральных гидроизоляций и представляющее собой жесткое водонепроницаемое покрытие, наносимое на бетонную поверхность. Для уменьшения усадки в покрытии в состав коллоидных цементных материалов вводили крупнозернистый заполнитель – песок в сочетании с комплексной модифицирующей добавкой (ПАВ – суперпластификатор, метакаолин, волластонит и полимерные добавки).

Были приготовлены составы покрытий на основе модифицированных коллоидных цементных систем (вяжущее) с разным количеством заполнителя (песка или отсева дробления бетонного лома) от 30 до 70 мас. частей (состав 1 вяжущее – 100 %; состав 2 вяжущее – 70 %; состав 3 вяжущее – 50 %, состав 4 вяжущее – 40 %; состав 5 вяжущее – 30 %).

Таблица 2

Влияние содержания заполнителя на гидроизоляционные свойства покрытий

Состав смеси	Водонепроницаемость при работе на, МПа		Водопоглощение, %
	прижим	отрыв	
Состав 1	1,9	0,9	10,9
Состав 2	1,7	0,8	10,3
Состав 3	1,4	0,7	8,6
Состав 4	1,1	0,7	4,7
Состав 5	0,8	0,3	7,1

Полученные данные показывают, что затвердевшие растворы на основе модифицированных коллоидных цементных материалов имеют хорошие гидроизоляционные свойства.

Таким образом, выполненные исследования показали, что применением модифицирования, механохимической активации можно целенаправленно регулировать процессы структурообразования, совершенствования технологических свойств декоративные покрытия на основе высокодисперсных коллоидных цементных систем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Королев Е.В.* Техничко-экономическая эффективность новых технологических решений. Анализ и совершенствование//Строительные материалы. 2017. №3 – С.85-89.
2. *Фаликман В.Р., Вайнер А.Я., Башлыков Н.Ф.* Новое поколение суперпластификаторов // Бетон и железобетон. – 2000. – № 5 (506). – С. 5-7.
3. *Grishina A., Korolev E.*, Proceedings of the XIII International Conference of Students and Young Scientists, 020016, (2016).
4. *Tkach E.V., Semenov V.C., Tkach S.A., Rozovskaya T.A.*, Procedia Engineering 24thСep. XXIV R-S-P seminar – Theoretical Foundation of Civil Engineering, TFoCE, 763-769, (2015).
5. *Bobrova Ekaterina, Pilipenko Anton and Zhukov Alexey.* Insulating sheath system and energy efficiency of buildings. 02019 // Published online: 02 April 2019. TPACEE 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199102019>.

Студентка 2 курса 6 группы ИЭУИС Илюшечкина Я.А.;
Студентка 2 курса 6 группы ИЭУИС Мамина О.Р.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. Н.А. Сканиви

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

В течение определенного периода магниезиальным вяжущим веществам уделялось незаслуженно мало внимания, и в качестве основной причины называлась нехватка магнезитового сырья, основным потребителем которого является огнеупорная промышленность. Учитывая универсальный комплекс свойств материалов на основе магниезиальных вяжущих веществ, и то, что именно в России сосредоточено более половины мировых запасов магниезиального сырья, в нашей стране имеются серьезные перспективы для развития производства магниезиальных вяжущих и новых современных материалов на их основе.

Магниезиальные вяжущие вещества - каустический магнезит MgO и каустический доломит $MgO+CaCO_3$ представляют собой тонкодисперсные порошки, активной частью которых является оксид магния [1, 2]. При затворении водой MgO гидратируется очень медленно, проявляя слабые вяжущие свойства, а при затворении растворами солей магния - сульфатом или хлоридом магния (бишофитом - $MgCl_2 \cdot 6H_2O$) - гидратация протекает значительно быстрее, и получаемый в результате твердения камень имеет высокую прочность. Впервые состав и свойства магниезиальных вяжущих были описаны еще в середине XIX века (1866 г.) французским инженером С. Сорелем, положившим начало их применению в строительстве. Историческое название магниезиальных вяжущих – «цемент Сореля».

Сроки схватывания каустического магнезита находятся в пределах: начало схватывания - не ранее 20 мин, конец - не позднее 6 ч. Через сутки предел прочности на сжатие раствора на каустическом магнезите достигает 10...15 МПа, а через 28 суток воздушного твердения - 40...60 МПа, и может достигать 100 МПа, как у самых высокопрочных бетонов [1,3]. Уникальность магниезиального вяжущего заключается в сочетании его высоких вяжущих свойств и совместимости практически с любыми видами заполнителей и наполнителей, в том числе органического происхождения. Ограничением в применении магниезиальных вяжущих является то, что это воздушные вяжущие вещества.

Искусственный камень, образующийся при твердении магниезиальных вяжущих, является твердым раствором солей сложного состава, и в

настоящее время для таких материалов сформировалось общее название *магнолиты*.

В XIX - начале XX века магнезиальные, вяжущие применялись для устройства бесшовных монолитных *ксилолитовых* полов. Ксилолит - бетон на магнезиальном вяжущем с заполнителем из древесных опилок. Такие полы циклюются, их можно натирать мастиками, по теплоусвоению они близки к паркетным полам. Из ксилолита делают и плитки для пола. Также традиционно на основе магнезиальных вяжущих выпускается известный теплоизоляционный материал - *фибrolит*. Эти материалы производятся и успешно применяются по сей день, не теряя своей актуальности [1,2,3].

В настоящее время благодаря современным технологиям на основе магнезиальных вяжущих изготавливают разнообразные материалы: сухие строительные смеси, магнезиальные бетоны (до класса прочности В60) и растворы, отделочные и стеновые материалы, детали для несущих конструкций, пеномагнолитовые блоки с фасадной облицовкой под кирпич или колотый камень, разнообразные покрытия пола, огнеупорные материалы, детали интерьера и проч. Магнезиальные вяжущие также используются для изготовления скульптурных изделий, точильных и литографских камней, искусственных жерновов, тампонажных растворов для цементирования, ремонта и глушения скважин и др.

Заметным событием в сфере производства строительных материалов стало появление в сегменте отделочных материалов нового продукта – *стекломагнезитового листа (СМЛ)*. Данный материал является достойным заменителем гипсокартонного и гипсоволокнистого листов. Он экологичен, при нагреве не выделяет никаких нежелательных веществ. Масса 1 м² СМЛ на 40% ниже, чем у ГВЛ. Армированный стеклотканью СМЛ допускает изгиб радиусом до 2,8 м. Это позволяет применять его на неровных поверхностях, снижает вероятность излома листа при ведении работ и транспортировке. Декоративные СМЛ выпускаются с акриловым и полимерным покрытием. Материал негорючий, рекомендован для финишной облицовки или декорирования стен и потолков лестничных клеток, vestibule, лифтовых холлов, общих коридоров, а также фойе зданий на путях эвакуации в случае пожара. Размеры стандартного листа СМЛ - 2440×1220 мм при толщине от 3 до 20 мм, а примерный состав материала: оксид магния - 35...45%, хлорид магния - 30...40%, древесная стружка - 15%, стеклянная сетка - 1%, перлит - до 5% [3–5].

Благодаря использованию магнезиальных вяжущих веществ расширилась номенклатура сухих строительных смесей. *Композиционная магнезиальная сухая строительная смесь МАГцемент®*

(КМССС МАГцемент®) [3] применяется для изготовления широкого спектра магнолитов. Готовые материалы из этих смесей хорошо поддаются сверлению, фрезерованию, шлифовке, полировке, окраске.

Помимо высокой прочности на сжатие магнолиты обладают повышенной прочностью на растяжение при изгибе, быстрым набором прочности, атмосферостойкостью на уровне большинства традиционных материалов, маслостойкостью, солестойкостью, огнестойкостью, декоративностью (возможность имитировать природные материалы, совместимость с разными пигментами) и проч. Отмечается фунгицидность, бактерицидность и биоцидность магнолитов, что не позволяет развиваться грибкам и бактериям, а горько-соленый вкус бишофита отпугивает насекомых и грызунов.

В домах из магнолитовых конструкций создается благоприятный микроклимат, сочетающий в себе достоинства деревянного дома и соляной пещеры, оказывающей бальнеологический эффект для больных астмой и другими аллергическими заболеваниями. Это объясняется целебными свойствами бишофита, который давно применяется в медицине для лечения различных заболеваний.

В настоящее время наблюдается значительный всплеск интереса к материалам на основе магнезиальных вяжущих веществ. Практически решена проблема сырьевой базы для их производства, разведаны и подготовлены к добыче новые месторождения магнезитов на Урале и в Восточной Сибири, и, учитывая широкие возможности применения магнезиальных вяжущих веществ, материалы на их основе выдвигаются в ряд наиболее перспективных строительных материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Рыбьев, И.А.* Строительное материаловедение [Текст]: учебное пособие / И. А. Рыбьев. - 4-е изд. - Москва: Юрайт, 2012. - 701 с.
2. *Шульце В., Тишер В., Эттель В.-П.* Растворы и бетоны на нецементных вяжущих. Пер. с нем.; под ред. М.М. Сычева. - М., Стройиздат, 1990. 240 с.
3. *Khalil A.A., Tawfik A., Hegazy A.A.* Plaster composites modified morphology with enhanced compressive strength and water resistance characteristics // *Construction and Building Materials*. Vol. 167. 2018. Pp. 55-64/ 1004. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2018.01.165.
4. *Naser M.Z.* Properties and material models for common construction materials at elevated temperatures // *Construction and Building Materials*. Vol. 215. 2019, pp. 192-206. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2019.04.182
5. *Акулова Н.Н., Словчева Г.С.* Оценка конкурентоспособности строительных материалов и изделий, обоснование и апробация методики их применения // *Жилищное строительство*. - № 7. - 2017. - С. 9–12.

УГЛЕБЕТОН – МАТЕРИАЛ БУДУЩЕГО

Самым главным композиционным материалом на сегодняшний день является железобетон. Но он имеет ряд недостатков, из-за которых его использование ограничено, поэтому немецкие учёные из Дрезденского Института монолитного строительства очень долго работали над вопросом потенциальной замены этого материала. Они решили попробовать заменить сталь на углеродистое волокно, в результате чего и получился наш материал – углебетон [1, 2].

Углеволокно – известный и востребованный материал, который широко используется в различных сферах промышленности, например, этот материал используют в изготовлении деталей для машин высокого класса, а также в самолётостроении. В строительстве же углеволокно в основном используется для усиления конструкций. Волокно состоит из нитей толщиной 5-10 мкм, а это в 10 раз тоньше человеческого волоса. Атомы объединяются в кристаллическую сетку, и, благодаря своим физическим способностям, кристаллы в сетке располагаются параллельно относительно друг друга. Именно такое выравнивание является ключевым фактором, который способствует повышенной прочности волокна на растяжение.

Из этих нитей на вязально-прошивных машинах производят особый текстильный материал – углеткань, которая и является арматурой для углебетона. Инженер-строитель Франк Шладитц (Frank Schladitz) поясняет: "Одна элементарная нить тоньше человеческого волоса. Пятьдесят тысяч таких нитей образуют комплексную нить. А из нее мы получаем наш углеволокнистый текстиль". Но всё не так просто, ведь текстиль имеет решётчатую структуру, которую очень трудно укладывать в бетон, и для хорошей адгезии, на волокна наносится эпоксидная смола, которая и увеличивает сцепление между разнородными фазами, а также повышает марку морозостойкости и водонепроницаемости.

Чтобы получить уже готовый углебетонный элемент на данный момент применяются две технологии: первая заключается в том, что сначала заливается слой бетона, потом укладывается слой из углеволокнистого текстиля, потом снова бетон и так далее до достижения нужной нам толщины; второй способ — это заливка в опалубку – углеволокнистая арматура фиксируется в форме или опалубке, а потом заливается бетонной смесью [3–5].

При сравнении с железобетоном, углебетон выдаёт следующие преимущества:

1. Углеволокно легче стали в 4 раза что ускоряет доставку и облегчает строительство конструкций из углебетона.

2. Углеволокно прочнее стали в 4 раза, что делает конструкцию весьма крепкой.

3. Углебетон позволяет нам создавать конструкции нестандартной формы, при этом её толщина будет очень маленькой, благодаря высокой прочности материала.

4. Углебетон не трескается, а находящаяся внутри арматура имеет высокую стойкость к коррозии. Это свойство позволяет нам сэкономить на бетонной смеси, так как не требуется делать толстый защитный слой.

5. Исходя из последнего пункта, мы можем сказать, что углебетон достаточно долговечен и надёжен

Главным минусом углебетона, из-за которого он не используется в массовом строительстве является его стоимость. Несмотря на это углебетон уже активно используется при реставрации зданий. По прогнозам, через 10 лет углебетон заменит железобетон на 25%, а его стоимость снизится благодаря автоматизации производства.



Рис. 2. Углебетон

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Евтухова Е.В., Щеглова А.В.* Углебетон как альтернатива железобетону.
2. *Корнюхин А.В., Умненко Т.Ю.* Углеволокно: характеристика материала, его преимущества и недостатки.
3. *Неверова О.* Композитные материалы заменят металл [<https://rg.ru/2019/11/06/kompozitnye-materialy-zameniaiut-metall.html>]
4. *Xu S., Lyu Y., Li Q.* Enhancing the initial cracking fracture toughness of steel polyvinyl alcohol hybrid fibers ultra-high toughness cementitious composites by incorporating multi-walled carbon nanotube. // *Construction and Building Materials*. Vol. 195. 2019. Pp: 269-282. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2018.10.133
5. *Li X., Liu J., Qin J., Liu I., Qu Y., Zhang R.* Dissolution behavior of a novel composite fiber made from blast furnace slag // *Journal Construction and Building Materials*. Vol. 206. 2019, pp. 442-448. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2019.01.136

Студентка 2 курса 12 группы ИСА Корнукова А.С.;

Студентка 2 курса 12 группы ИСА Михайлик Е.Д.

Научный руководитель - ст. пр., канд. техн. наук, доц. Б.А. Ефимов

СОТОВЫЙ И МОНОЛИТНЫЙ ПОЛИКАРБОНАТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Поликарбонат — это термопластичный полимер, являющийся производным продуктом угольной кислоты, что и определило его название.

Производство поликарбонатных изделий состоит из трёх основных этапов: подготовка сырья, экструзия, нарезка готового продукта.

На первом этапе поликарбонатные гранулы очищаются от пыли и посторонних примесей. Далее сырьё проходит процедуру плавления в специальном бункере. Здесь же в приготавливаемую смесь вносятся различные добавки, улучшающие свойства готового продукта [1, 2].

На этапе экструзии разогретое сырьё, содержащее не менее 80% поликарбоната, продавливается через фильеру. На выходе получается поликарбонатная лента нужного профиля. Полученное полотно обрабатывается специальным прессом, который придаёт ему нужную толщину и гладкость поверхности. Одновременно на внешнюю поверхность лицевого слоя может наноситься защитное покрытие от УФ излучения. Остывшая лента из поликарбоната нарезается на панели, упаковывается и отправляется на реализацию [3–5].

Поликарбонат обладает уникальным комплексом свойств: прозрачность, легкость, прочность, гибкость, долговечность. В строительстве используют листовые изделия из монолитного и сотового поликарбоната.

Монолитный поликарбонат по светопропускающей способности соответствует силикатному и органическому стеклу. Он примерно в 2 раза легче силикатного стекла. Обладает очень высокой ударной прочностью - является практически небьющимся материалом. Имеет группу горючести Г1. Панели из монолитного поликарбоната выпускают размерами 2х3 м, толщиной от 2 мм до 12 мм.

Сотовый поликарбонат производят в виде многослойных панелей, в которых два или более плоских слоя значительной площади соединены между собой ребрами жесткости, расположенными вдоль длины изделия. При этом объем панели оказывается поделенным на многочисленные полости – каналы, заполненные воздухом, что объясняет отличные теплоизоляционные свойства. Доля полостей в объеме панели превышает 80%. Весомый плюс материала – превосходная светопропускающая и светорассеивающая способность.

Выступая в качестве своеобразного фильтра, поликарбонатные панели отсекают опасный спектр, не допуская вредного воздействия ультрафиолета.

В зависимости от количества слоев панели бывают: двухслойные (толщиной от 4 мм), трехслойные (10 - 20 мм), многослойные (до 32 мм). Длина стандартных панелей 6 и 12 м, ширина 2,1 м. В зависимости от формы каналов панели подразделяются на сотовые, прямоугольные, крестообразные и треугольные.

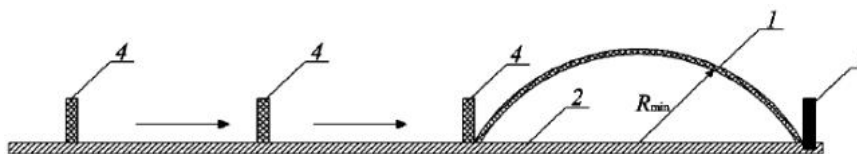
Панели могут быть бесцветные и окрашенные, могут изготавливаться без защиты от УФ излучения и с одно- или двухсторонним нанесением.

За счет ячеистого строения многослойные панели очень легкие, обладают высокими звукоизоляционными характеристиками и при этом сохраняют свойственные поликарбонату светопрозрачность, ударную прочность и пожарную безопасность. Плиты за счет своей гибкости легко гнутся при монтаже в соответствии с формой несущей конструкции. Диапазон рабочих температур сотового поликарбоната от -40°C до $+120^{\circ}\text{C}$.

Определение минимально допустимого радиуса изгиба панели [1].

Метод заключается в том, что мы изгибаем образцы шириной 100 мм и длиной, зависящей от предполагаемого минимально допустимого радиуса изгиба; длина вычисляется по формуле:

$$L = \pi R_{\min}$$



1 - образец; 2 - поверхность стенда; 3 - фиксированный упор; 4 – подвижный упор

Рис. 1. Устройство для определения минимального радиуса изгиба

После испытания оцениваем появление характерных дефектов: повреждений, складок, заломов или трещин, сминание ребер жесткости.

Поликарбонатные панели применяют в светопрозрачных шумозащитных ограждениях вдоль авто- и железных дорог, в мостовых пешеходных переходах, для ударопрочных козырьков и навесов в общественных зданиях, для зенитных фонарей и окон, покрытий теплиц, офисных перегородок.

Монтаж осуществляется с помощью следующих элементов: угловые, пристенные и коньковые профили, торцевые элементы, уплотнительные материалы, крепёжные элементы, с учетом следующих требований:

- монтаж сотовых поликарбонатных панелей осуществляется защищенной от УФ излучения стороной наружу;
 - при монтаже необходимо учитывать температурные деформации панелей, составляющие 2,5 мм на погонный метр для светлых листов и 4,5 мм на метр для темных;
 - при закручивании саморезов необходимо следить за тем, чтобы уплотнители не деформировали поверхность панели;
 - продольные ребра жесткости должны располагаться вертикально или наклонно для удаления возможного конденсата из внутренних полостей панели;
 - торцы панелей всегда должны быть защищены пылезащитной лентой и торцевыми профилями, предотвращающими загрязнения внутренних полостей панелей.
- На сегодняшний день сотовый и монолитный поликарбонат является безусловным лидером среди светопропускающих полимерных материалов. Уникальные свойства поликарбоната позволили шагнуть на качественно новый уровень во всех областях его применения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Gnip, I.J., Keršulis, V.J., Vaitkus, S.J.* Analytical description of the creep of expanded polystyrene under compressive loading. *Mechanics of Composite materials*. Vol.41, 4, 357—364 (2005).
2. *Umnyakova N.P.* The relationship of the ecological state of cities and durability of building materials and structures. *Housing construction*. № 1. 2012. pp. 30–33.
3. *Zhukov A.D., Ter-Zakaryan K.A., Semenov V.S.* Insulation systems with the expanded polyethylene application. *Science Direct IFAC Paper On Line Volume 51, Issue 30, 2018, Pages 803-807*. DOI: 10.1016/j.ifacol.2018.11.191.
4. *Zhukov A. D., Ter-Zakaryan K.A., Semenov V.S., Kozlov S.D., Zinovieva E.A. and Fomina E.D.* Insulation systems for buildings and structures based on polyethylene foam. МГСУ. IPICSE. Published online: 14 December 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201825101014>.
5. *Pilipenko A., Bobrova E. and Zhukov A.* Optimization of plastic foam composition for insulation systems. 02017 // Published online: 02 April 2019. TPACEE 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199102017>.

СВОЙСТВА БЕТОНОВ НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЯХ

Бетоном называется рационально подобранная, перемешанная до однородного состояния, уплотненная и затвердевшая смесь цементного теста, мелкого и крупного заполнителей. Поверхностные свойства заполнителей и наполнителей во многом определяют подвижность бетонной смеси и скорость структурообразования; деформационные свойства бетона и его прочность. В этой связи актуальной является задача направленного модифицирования поверхностных свойств заполнителей. [1–3].

Зародышевые трещины в цементно-бетонных композициях возникают в период формирования коагуляционно-кристаллизационной структуры. Управление формированием макроструктуры бетона наиболее эффективно в случае, когда силы адгезии матрицы к заполнителю меньше когезионной силы, с которой происходит притяжение между одинаковыми атомами или молекулами в пределах одного вещества. Изменение активности поверхности заполнителей и наполнителей может достигаться механической, физико-химической, химической и физической обработкой исходного материала [4, 5].

Рассмотрим влияние поляризации заполнителей различного состава на реологию твердеющих систем, проведенные с помощью пластомера. В опытах использовались в смеси портландцемента (80%) и молотого заполнителя (20%), имеющие одинаковую удельную поверхность $300 \text{ м}^2/\text{кг}$. В качестве наполнителей использовали порошки кварца, известняка или гранита. Предварительно наполнитель увлажняли до 25% водой или раствором СДБ 0,5% концентрации и при необходимости поляризовали потенциалов 10 кВ. Затем его смешивали с цементом и остатком жидкости затворения. Общая влажность смеси составляла 25% по массе.

При увлажнении кварцевого порошка водой его поляризация существенно не сказывается на начальной пластической прочности теста (рис. 1, кривые 1,2). Однако в течение 140 мин поляризованный кварц сдерживает процесс структурообразования, после чего наблюдается интенсивный рост пластической прочности. Сочетание поляризации кварца с пластификацией СДБ приводит к существенному снижению пластической прочности в первые 20 мин с момента затворения смеси (рис. 1 кривые 3,4). После 40 минут твердения смеси характер изменения кривых идентичен, но пластическая прочность смеси на поляризованном

заполнителе остается ниже, чем на неполяризованном в течение 3-х часов твердения.

Поляризация известняка, увлажненного водой, не влияет на процесс структурообразования. Замена воды раствором СДБ вызывает заметное структурирование теста (рис. 2, кривая 4). Поляризационное воздействие позволяет снизить начальную пластическую прочность данной системы, но уже через 30 мин, отличие в пластической прочности не обнаруживается. К трём часам твердение пластической прочности всех систем выравниваются.

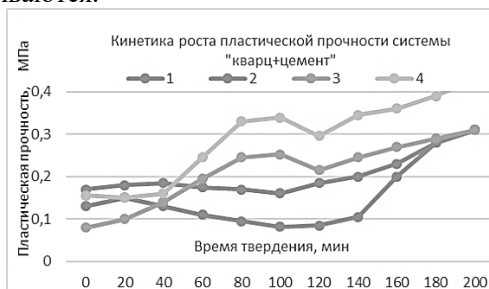


Рис 1. Кинетика роста пластической прочности системы «кварц-цемент»: 1,2 – увлажнение водой; 3, 4 – увлажнение раствором СДБ; 1, 4 – без поляризации; 2, 3 – поляризация 10 Кв.

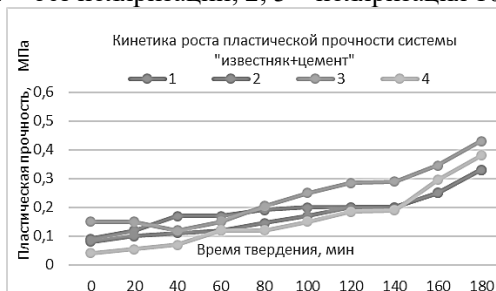


Рис 2. Кинетика роста пластической прочности системы «известняк-цемент»: 1,2 – увлажнение водой; 3, 4 – увлажнение раствором СДБ; 1, 3 – без поляризации; 2, 4 – поляризация 10 Кв.

Порошок гранита сильнее реагирует на воздействие электрическим потенциалом (рис. 3). Увлажненный водой, он после поляризации обеспечивает низкую пластическую прочность теста в первые 1,5-2 часа. Модифицирование гранитного порошка раствором СДБ, как и в случае с известняком, вызывает структурирование смеси в начальные сроки и более интенсивный рост пластической прочности через 60 мин твердения. Поляризация порошка, увлажненного раствором СДБ, вызывает снижение начальной пластической прочности и её

замедленный рост в течение всего исследуемого периода Приведённые данные свидетельствует о том, что в сочетании с добавкой ПАВ поляризация заполнителей позволяет повысить удобоукладываемость бетонных смесей, уменьшить водоцементное отношение и обеспечить повышение плотности цементного камня и прочности бетона.

Данное положение подтверждается следующим. Гранитный отсев фракции 0...5 мм увлажняли раствором СДБ 0,5% концентрации до влажности 10%. Одну пробу отсева использовали для приготовления бетонной смеси состава: цемент: заполнитель: вода-1:2:0,36, а другую поляризовали электрическим потенциалом 10 кВ с последующим приготовление бетонной смеси с разным водоцементным отношением. Этот эксперимент показал, что электрическое поле гранотсева, увлажненного раствором СДБ, позволяет повысить подвижность бетонной смеси при неизменном В/Ц и повысить прочность бетона.

Таким образом, теоретически обосновано и экспериментально установлено, что с помощью электрической поляризации можно модифицировать свойства поверхности заполнителей бетона. Установлено, что в результате поляризационный обработки заполнителей увеличивается подвижность бетонных смесей и прочность бетона. Найдено оптимальное сочетание пар "электролит - ПАВ", их концентрация, параметры поляризации заполнителей электрическим полем, улучшающие свойства бетонных смесей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ахмат А.Н., Братчун В.И., Губарь В.Н.* Технология и свойства бетонов, модифицированных комплексными добавками из техногенного сырья: ДонГАСА, 2003. 102 с.
2. *Кириллов К.И., Орешкин Д.В., Ляпидевская О.Б.* Эффективный тампонажный раствор с полыми стеклянными микросферами// Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2006. № 3. С. 40-41.
3. *Pyataev E.R., Pilipenko E.S., Burtseva M.A., Mednikova E.A., Zhukov A.D.* Composite material based on recycled concrete. FORM 2018. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 032015(2018) doi:10.1088/1757-899X/365/3/032041.
4. *Жук П.М., Жуков А.Д.* Нормативная правовая база экологической оценки строительных материалов: перспективы совершенствования // Экология и промышленность России. 2018. Т.22, №4, С. 52–57.
5. *Pyataev Evgeni, Zhukov Alexey, Vako Kirill, Burtseva Marina, Elizaveta Mednikova, Maria Prusakova and Elizaveta Izumova.* Effective polymer concrete on waste concrete production 02032. Published online: 29 May 2019. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199702032>.

ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Нанокристаллическая целлюлоза — это ультрасовременный материал, который по сравнению с другими, схожими по свойствам материалами, имеет множество преимуществ, начиная с прочности и заканчивая относительно небольшими затратами на производство. По прочности она превосходит нержавеющую сталь, также проявляя псевдопластичность, имея способность быть вязкой в обычных условиях и проявлять свойства жидкости при физическом воздействии.

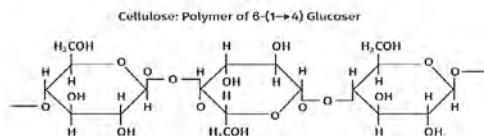


Рис. 1 Структура элементарного звена целлюлозы

Стоимость материала на десять процентов ниже стоимости кевлара, и гораздо ниже цены углеродных нанотрубок [1]. Различают такие виды наноцеллюлозы как:

1. Nanocrystalline cellulose - (нанокристаллическая целлюлоза);
2. Nanofibrillated cellulose - (нанофибрилярная наноцеллюлоза);
3. Bacterial nanocellulose - (бактериальная наноцеллюлоза).

Наноцеллюлозу, рис.1, получают из древесного волокна. Само волокно, путем его расщепления превращают в нанофибриллы - нити, которые состоят из молекул целлюлозы. Нити связаны межмолекулярными водородными связями, за счет которых и придается прочность наноцеллюлозе. Под действием кислот, нанофибриллы расщепляют до нанокристаллов, и, тогда нанофибрилярная целлюлоза переходит в нанокристаллическую. Стандартная технология получения наноцеллюлозы связана с разрушением присутствующего в сырье для получения наноцеллюлозы лигнина, который снижает качество материала, однако этот метод слишком дорогой. Более новый, биотехнологический способ получения удешевляет производство наноцеллюлозы примерно в четыре раза. Осуществляется он под действием специального штамма плесневых грибов (*Aspergillus niger*), который позволяет более эффективно разрушить лигнин. В качестве сырья для производства в основном используются отходы целлюлозно-

бумажной промышленности.

Известны и другие методы производства, например, с помощью чайного гриба. Однако для этого, требуются бродильные чаны, а также большое количество сахара и питательных веществ. Кроме того, существует другой метод, обладающий гораздо более высокими эффективностью и экологичностью. Он использует водоросли, полученные путем внедрения, выделенных из ацетобактерий, генов в сине-зелёные водоросли. Единственное необходимое для него сырьё — это вода, водоросли, а также наличие солнечного света. Большинство компаний делают ставку на производство наноцеллюлозы с использованием специальных водорослей [2].

Выбор оптимального метода производства зависит не только от стоимости продукта, но и от планов по его применению. Для рынка наноцеллюлоза ещё малоисследованный продукт, однако ряд компаний делает самые смелые прогнозы на счет ее применения в технике и современных строительных технологиях. Например, перспективным направлением является изготовление сверхгибких экранов. Наноцеллюлоза не только прочна и легка, но также прозрачна, так что ее можно использовать вместо пластика или стекла. Вот почему Pioneer Electronics экспериментирует с этим материалом, чтобы сделать самые тонкие и гибкие экраны будущего. К остальным же прогнозам по применению можно отнести следующие.

- Фильтры будущего. Структура наноцеллюлозы схожа со структурой графена, от чего имеет потенциал как фильтр, способный очищать большинство видов жидкостей.

- Легкие автомобили. Компания «Ford» считает, что, используя наноцеллюлозу, создаваемую с помощью водорослей, для производства некоторых комплектующих автомобилей, можно снизить массу на 340 килограмм, что значительно снизит расход топлива автомобилями.

- Аэрогели. Как было сказано выше, наноцеллюлоза настолько прочна и легка, что, будучи превращенной в пену, она может поддерживать вес более чем в 10 000 раз больше, чем свой собственный [3].

В строительстве наноцеллюлоза применяется лишь в качестве добавки для шпаклевочных смесей, однако некоторые фирмы планируют ее использование и в бетонных. На данный момент основными направлениями научного поиска использования наноцеллюлозы являются удешевление ее производства и нахождение способа ровного распределения нанодисперсного заполнителя в структуре вяжущего.

Изучение бетона с включениями целлюлозных нанокристаллов показало, что введение их в состав исходного сырья повышает прочность конечного продукта. Нанокристаллическая целлюлоза имеет

гидрофильные свойства, и вбирает в себя излишки воды, что приводит к достижению наибольшей плотности и прочности бетона. Подтверждением этого является увеличение теплового эффекта при гидратации смеси в присутствии нанокристаллической целлюлозы.

В России проводится достаточно много исследований, связанных с производством и применением наноцеллюлозы, а также есть заинтересованность у ЦБК и лесопереработчиков [4, 5].

Наноцеллюлоза показывает невероятные результаты, именно поэтому ей крайне заинтересованы многие производители. Однако многие проекты так и остаются в виде задумки, и это связано со стоимостью производства. Следовательно, чтобы этот материал получил широкое распространение, необходимо найти наиболее выгодный способ его производства, или оптимизировать имеющиеся.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Youssef Habibi, Lucian A. Lucia, and Orlando J. Rojas.* Cellulose Nanocrystals: Chemistry, Self- Assembly, and Applications/ Youssef Habibi// J. Chem. Rev. – 2010. – vol. 110. – p. 3479-3500.
2. *Петров В.А., Мезиков В.К., Гибадуллин М.Р.* Получение ультра- и нанодисперсных целлюлоз и перспективы применения в композиционных энергетических материалах / Всерос. научно-технич. конф. "Успехи в специаль-ной химии и химической технологии", посвященная 75- летию основания Инженер. химико-технол. факультета/ г. Москва, 2010 г., С 487-491.
3. *Фадеева К.С., Момзяков А.А., Яковлев И.Д.* Разработка технологии получения грубодисперсной и наноцеллюлозы из недревесного растительного сырья/Труды XXXV Всероссийского симпозиума молодых ученых по химической кинетике, Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва 12-15 марта 2018г., с.142-143.
4. *Хакимуллин Ю.Н., Курбангалеева А.Р.* Нанокompозиты на основе эластомеров // Вестник Казан-го. технол. ун-та. – 2011. – Т. 14, №12 С. 78-81.
5. *Петров А.В., Аверьянов Н.В., Гибадуллин М.Р., Мутыгуллина А.Д.* Композиционный материал на основе наноцеллюлозы // Вестник технологического университета, №5, 2019. с.72-75.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ОТХОДОВ В СИСТЕМАХ ПРИСТЕННЫХ ДРЕНАЖЕЙ

Дренажные системы применяются для защиты подземных и заглубленных частей зданий и сооружений от подтопления подземными и поверхностными водами. Традиционным способом защиты конструкций и отвода воды от сооружения является устройство гидроизоляционной системы, в состав которой входит гидроизоляционное покрытие, дренаж из песчано-гравийной отсыпки и дренажные трубы с фильтрующими обсыпками. При возведении пристенного дренажа из сыпучих материалов возникает ряд проблем: качественный подбор фильтрующих материалов, использование огромного количества фракционного песка и гравия; велики также транспортные расходы. Для улучшения качества строительства разработаны различные типы конструкций пристенных дренажей [1].

1) Дренажные плиты из фильтрационных бетонов имеют открытую пористую структуру, потому что его состав подбирают так, чтобы связующее обволакивало зёрна заполнителя, оставляя пространство для отвода воды. К недостаткам плит следует отнести: большой вес, хрупкость, что создает значительные трудности при монтаже; кроме того, плиты, изготовленные из цементных бетонов, подвержены агрессивному воздействию грунтовых вод и требуют специальной защиты.

2) Плиты, изготавливаемые из фильтрационного пенополистирола, имеют преимущества перед бетонными плитами: малый вес, высокий коэффициент фильтрации, стойкость к агрессивным подземным водам. Однако водопрopusкная способность плит зависит от глубины заложения: чем глубже расположены плиты, тем хуже их водопрopusкная способность, так как боковое давление грунта обратной засыпки вызывает их сжатие. Применение таких материалов не всегда эффективно из-за трудности в утилизации, также они оказывают негативное влияние на почву и окружающую среду в целом. В последние годы большое внимание уделяется переработке техногенных отходов для улучшения экологической обстановки [2, 3].

При изготовлении битумных кровельных материалов остается огромное количество небольших обрывков неопределенной формы. Эти отходы относятся к IV классу опасности. Обрывки трудно утилизировать из-за размеров, также возникают проблемы при уничтожении, потому что они не подвержены гниению, сжигать их нельзя из-за высокого

содержания битума [4, 5].

Нами разработан дренажный плитный материал, получаемый путем термического склеивания остатков кровельной промышленности. Были проведены исследования влияния различных факторов (температуры спекания, времени перемешивания, ширины волокон) на физико-механические свойства материала: прочность, водопроницаемость и пористость материала. Были изготовлены две серии образцов: с шириной волокон 0,8-1,0 мм и 2,0-2,2 мм. Прочность на растяжение при разрыве определялась в соответствии с ГОСТ 11262-2017 (ISO 527-2:2012) «Пластмассы. Метод испытания на растяжение».

При проведении опыта выяснилось, что прочность на растяжение при разрыве материала значительно увеличивается с повышением температуры и времени перемешивания. Происходит это благодаря повышению интенсивности выделения битума из материала и более прочному склеиванию волокон между собой. Исходя из экспериментальных данных, прочность на разрыв данного материала в зависимости от температуры в пределах 100-200°C и времени перемешивания от 5 до 40 мин. колеблется в пределах 0,4-1,6 МПа, что является вполне достаточным для применения материала в качестве пристенного дренажа. Также при увеличении ширины волокон от 0,8 до 2,2 мм прочность материала на разрыв снижается.

Из полученных данных пористости и водопроницаемости выявлено, что при изменении ширины волокна, изменяются пористость и коэффициент фильтрации. Чем меньше ширина волокон, тем больше размер пор и их количество, а значит и водопроницаемость материала. Но с повышением температуры и времени перемешивания ухудшается пористость и водопроницаемость материала.

Коэффициент фильтрации в зависимости от температуры в пределах 100-200°C и времени перемешивания от 5 до 40 мин. составляет от 100 до 250 м/сут, а пористость – от 25 до 50%. Полученные данные свидетельствуют о высокой водопроницающей способности материала, которая соответствует требованиям к фильтрационным материалам, применяемым в качестве пристенного дренажа (более 10 м/сут).

Результаты, полученные при испытании образцов ($R_c = 0,2-0,4$ МПа) подтверждают возможность применения данного материала, исходя из бокового давления грунта на стену подземного сооружения (0,08-0,09 МПа). Подобраны оптимальные технологические параметры: температура перемешивания материала 135-145 °С; продолжительность перемешивания 20-25 мин.; ширина волокон 0,8-1,0 мм.

Таблица 1

Физико-механические характеристики дренажных плит

Наименования показателя	Фильтрационный бетон	Фильтрационный пенополистирол	Материал на основе отходов кровельного производства
Прочность при сжатии, МПа	2,7-11	0,04-0,15*	0,2-0,4*
Прочность при растяжении, МПа	-	-	0,4-1,6
Пористость, %	10-40	10-40	25-45
Коэффициент фильтрации, м/сут	50-200	400-800	100-250

*Прочность при сжатии при 10% линейной деформации

Разработанный дренажный материал не уступает применяемым ранее плитам из фильтрационных материалов. Он имеет достаточную прочность, высокие значения водопроницаемости и пористости, соответствует техническим требованиям для дренажных материалов и может применяться в качестве пристенного дренажа для защиты подземных частей зданий и сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Румянцев Б.М., Ляпидевская О.Б., Жуков А.Д.* Системы изоляции строительных конструкций: учебное пособие/ М.: МГСУ, 2017, 596 с.
2. *Ляпидевская О.Б.* Полимерные плиты для пристенного дренажа // Перспективы науки № 9 (120), 2019. С. 45-50.
3. *Lyapidevskaya O.B.* Waterproofing Material for Protection of Underground Structures // XXII International Scientific Conference "Construction the Formation of Living Environment" (FORM-2019) Electronic edition. "E3S Web of Conferences" 2019. С. 02008.
4. *Lyapidevskaya O.* Drainage Material Produced from Roofing Waste // 27th Russian-Polish-Slovak Seminar, Theoretical Foundation of civil Engineering (27RSP), TFOCE 2018 Rostov-on-Don 2018 Matec Web of Conferences 196, 04036. DOI: 10.1051/matecconf/201819604036, elibrary ID: 35731762.
5. *Bobrova Ekaterina, Pilipenko Anton and Zhukov Alexey.* Insulating sheath system and energy efficiency of buildings. 02019 // Published online: 02 April 2019. TPACEE 201. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199102019>.

Студент 2 курса 11 группы ИСА Таратин Д.В.;

Студентка 2 курса 7 группы ИСА Колосова Ю.Е.

Научный руководитель – ст. преп., канд. техн. наук, доц. Б.А. Ефимов

НОВОЕ В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ГИПСОВЫХ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

Оценка качества гипсовых сухих строительных смесей, как серийно выпускаемой продукции, заключается в установлении соответствия их характеристик требованиям действующих нормативных документов.

С 1 июля 2019 г. в РФ введены в действие четыре национальных стандарта (ГОСТ Р), регламентирующие технические условия на штукатурные, шпатлевочные и клеевые сухие смеси на гипсовом вяжущем и методы их испытания [1,2,3,4].

Новые стандарты разработаны Ассоциацией «Союз производителей сухих строительных смесей» при участии НИУ МГСУ на основе анализа опыта использования ведущими предприятиями отрасли нормативных документов первого поколения.

Изменения, внесенные в стандарты для более полного учета назначения смесей, в целом заключаются в следующем:

- скорректированы «наборы» нормируемых и, следовательно, контролируемых свойств смесей, как за счет добавления новых, так и за счёт исключения ранее используемых. Для новых характеристик приведены методы испытания;

- изменены показатели отдельных нормируемых свойств смесей, приведены соответствующие требования и предложены методики для их определения;

- скорректированы числовые значения некоторых технических требований к сухим и растворным смесям и затвердевшему раствору.

Для смесей всех видов в сухом состоянии допускаемая влажность увеличена до 0,5% по массе. Понятие «зерновой состав» конкретизировано и зафиксировано как «наибольшая крупность и содержание зёрен наибольшей крупности». Для штукатурных смесей этот показатель в стандарте единых ограничений не имеет и должен декларироваться производителем. Для шпатлевочных смесей требования различны для выравнивающих и финишных шпатлевок.

Подвижность растворных смесей всех видов характеризуется единым показателем – диаметром расплыва образца смеси, мм, помещенной в форму-конус (ГОСТ 310.4), после снятия формы и встряхивания на встряхивающем столике. Для штукатурных смесей требования по подвижности различны в зависимости от способа производства работ: вручную – (150 ± 10) мм, механизированным способом – (160 ± 10) мм.

Требования по водоудерживающей способности при прежней методике испытания изменились только для шпатлевочных смесей: не менее 98%.

Начало схватывания растворов смесей может определяться двумя способами: по глубине погружения съемного конуса, установленного на приборе Вика и по расплыву конуса на встряхивающем столике. Во втором случае испытания проводят до момента снижения показателя на 20% от первоначального значения. Для штукатурных смесей ограничения начала схватывания стали менее жесткими: для смесей ручного нанесения – не ранее 30 мин, машинного нанесения – не ранее 60 мин.

Прочность сцепления с основанием (адгезия) является важнейшей характеристикой затвердевшего раствора. Для штукатурных и клеевых смесей ограничения не изменились (не менее 0,3 МПа); для шпатлевочных требования повышены: для выравнивающих смесей – не менее 0,4 МПа, а для финишных – не менее 0,5 МПа. В то же время для шпатлевочных смесей исключены требования по пределу прочности на растяжение при изгибе и пределу прочности при сжатии. Для штукатурных и клеевых смесей эти ограничения оставлены без изменения.

Затвердевшие штукатурные и шпатлевочные растворы должны быть стойкими к образованию трещин на начальном этапе твердения. Тонкий образец клиновидной формы, изготовленный на соответствующей основе из растворной смеси заданной подвижности, после одних суток твердения на воздухе не должен иметь трещин.

Для шпатлевочных сухих смесей предусмотрено испытание затвердевшего раствора на шлифуемость и стойкость к воздействию воды. Шлифуемость предложено оценивать по потере массы образца после воздействия на него шлифовальной шкурки. Результат должен быть в пределах от 0,1 до 80 г.

Стойкость к воздействию воды (контакт образца с водой в течение 20 мин) оценивают по наличию следов раствора на малярном валике, которым проводят по поверхности увлажненной шпатлевки. Следов раствора на поверхности валика быть не должно.

Новые стандарты предусматривают некоторое сокращение количества показателей, проверяемых в ходе приемо-сдаточных испытаний: пять вместо семи ранее. Общим для всех видов смесей остался контроль влажности и содержания зерен наибольшей крупности, а также подвижности и начала схватывания. Кроме того, для штукатурных и шпатлевочных смесей каждая партия продукции проверяется на стойкость затвердевшего раствора к образованию

трещин, а для клеевых контролируется водоудерживающая способность растворной смеси.

Количество характеристик, проверяемых в ходе периодических испытаний, в новых стандартах существенно увеличено: вместо одной стало четыре. Под периодический контроль попали все прочностные показатели затвердевших растворов, включая адгезию к бетонному основанию, с обязательным проведением испытаний не реже 1 раза в 3 мес. Для шпатлевочных смесей при периодических испытаниях контролируются водоудерживающая способность, шлифуемость и стойкость к воздействию воды (не реже 1 раза в 6 месяцев).

Большинство испытаний, отнесенных к периодическим, достаточно продолжительны, трудоемки и требуют специального, иногда дорогостоящего оборудования, что делает затруднительным для предприятий-производителей сухих смесей их более частое проведение.

Значения основных перечисленных в стандартах на гипсовые сухие смеси показателей качества, определяемые при прямо-сдаточных и периодических испытаниях, следует приводить в документе о качестве, которым должна сопровождаться каждая партия смеси.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Khalil A.A., Tawfik A., Hegazy A.A.* Plaster composites modified morphology with enhanced compressive strength and water resistance characteristics // *Construction and Building Materials*. Vol. 167. 2018. Pp. 55-64/ 1004. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2018.01.165.
2. *Kodzoev M-B. Kh., Isachenko S.L., Kosarev S.A., Basova A.V., Skvortzov A.V., Asamatdinov M.O. and Zhukov A.D.* Modified gypsum binder // *MATEC Web of Conferences*, Vol. 170, 03022 (2018) Published online: 13 June 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201817003022>
3. *Zhukov Aleksey, Dovydenko Timofey, Kozlov Sergey, Ter-Zakaryan Karapet and Bobrova Ekaterina.* Innovative technologies for low-rise construction. 02032 // Published online: 02 April 2019. TPACEE 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199102032>.
4. *Pyataev Evgeni, Zhukov Alexey, Vako Kirill, Burtseva Marina, Elizaveta Mednikova, Maria Prusakova and Elizaveta Izumova.* Effective polymer concrete on waste concrete production 02032. Published online: 29 May 2019. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199702032>.
5. *Zhukov A., Shokodko E.* Mathematical Methods for Optimizing the Technologies of Building Materials. VIII International Scientific Siberian Transport Forum. TransSiberia 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1116. Pp. 413-421. 31 January 2020. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-37919-3_40.

*Студентка магистратуры 1 года обучения 3 группы ИСА Фомина Е.Д.;
Студентка магистратуры 1 года обучения 3 группы ИСА Пепеляева А.Ю.*

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Е.Г. Величко

ЭФФЕКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛЫ-УНОСА ТЭС В БЕТОНЕ

В стремлении оптимизировать производство и уменьшить затраты на материалы, в частности, технология производства бетона претерпевает существенные изменения. Поэтому приоритеты современного производства изделий из бетона направлены на экологическую безопасность, на рациональное использование природных ресурсов и энергии. Из чего возникает стремление сделать техногенные отходы одного производства основными или второстепенными компонентами для других технологий и производств. Очевидно, что применение золы-уноса ТЭС в составе бетона для замещения части вяжущего вещества и/или мелкого заполнителя и одновременного улучшения реологических и технологических свойств бетонной смеси является перспективным направлением разумного экологического и экономического применения такого вида техногенного отхода [1–3].

Понятие «зола-уноса» ТЭС подразумевает под собой мелкодисперсный минеральный порошок, который является результатом сжигания угля мелкого помола на современных станциях в высокотемпературных топках.

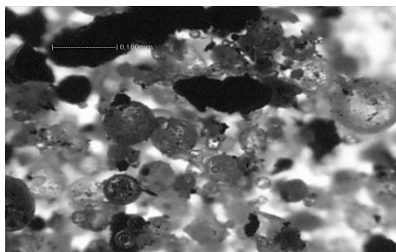


Рис. 1. Внешний вид и микрофото золы-уноса.

При помощи электрофильтров происходит улавливание золы-уноса из состава дымовых газов, после чего она складывается в бункерах для дальнейшей реализации. По химическому, гранулометрическому и фазово-минеральному составам зола-уноса в значительной мере имеет сходство с аналогичными параметрами состава и свойств большинства видов природного минерального сырья [4, 5].

По ГОСТ 25818-2017 золы подразделяют по виду сжигаемого угля на антрацитовые (А), каменноугольные (КУ), буроугольные (БУ), а по

химическому составу на кислые (К) и основные (О). В таб. 1 приведены примеры различий компонентов химического анализа золы-уноса, в зависимости от сжигания углей разных месторождений.

Таблица 1

Химический состав золы-уноса

Компоненты химического анализа	Химический состав золы-уноса, %, образующейся из углей			
	Подмосковья	Кемерово	Челябинск а	Воркуты
SiO ₂	49-57	57-64	48-61	60-68
Al ₂ O ₃	24-35	21-27	20-26	17-22
Fe ₂ O ₃	8-11	4-8	5-18	6,6-11
FeO	0-5	-	-	-
CaO	1-4	1-4,5	2,5-5	0,4-3,2
MgO	0,1-0,8	0,3-1,6	1,7-3,4	1,5-2,8
SO ₃	0,1-0,8	-	0,2-1,3	0,2-1,4
K ₂ O	0,3-0,6	1,6-2,4	0,6-2,6	1,7-2,7
Na ₂ O	0,2-0,5	1,1-1,5	0,5-1,2	0,4-1,7

Именно химический и дисперсный составы оказывают наиболее значимое влияние на оптимальное содержание золы и свойства многокомпонентного цемента, бетонной смеси и бетона.

Использование золы-уноса при приготовлении бетонной смеси дает возможность экономии цемента вплоть до 30% без ущерба для качества бетона. Помимо этого, зола в бетоне может выступать в роли микронаполнителя, улучшающего гранулометрический состав песка и оказывающего активное влияние на процессы структурообразования цементного камня. При добавлении порошка в смесь было установлено улучшение ее удобоукладываемости, в отличие от действия большинства других активных минеральных добавок, а также уменьшение тепловыделения и усадки бетона. Кроме того, использование золы-уноса повышает вязкость бетонной смеси, уменьшает ее расслоение и водоотделение.

Для бетонов, в составе которых присутствует зола-уноса, характерна повышенная стойкость материала в агрессивных водах, даже при полном погружении. Подобный рост стойкости обусловлен высокой дисперсностью золы, увеличением абсолютного объема вяжущего, снижением содержания портландита, и главное, уменьшением содержания трехкальциевого алюмината клинкера – основного минерала, ответственного за разрушение бетона под воздействием сульфатов.

Поскольку доказаны положительные аспекты использования золы-уноса, она активно используется в строительстве. Она применяется для

улучшения свойств тяжелых бетонов и экономии материалов: замещает часть цемента и/или определенную часть мелкого заполнителя. Пластифицирующая и водоудерживающая способность золы обуславливает перспективность ее применения в легких бетонах.

Зола-унос также применяется в производстве шлакосиликатных бетонов, широко используемых при строительстве дорог и мостов, и пенобетонов. За счет введения золы в пенобетонную смесь становится возможным повышение агрегативной устойчивости и предотвращение отрицательного влияния на формирование структуры пенобетона в период между началом и окончанием схватывания цементного теста.

К отрицательным свойствам бетона, приготавливаемого с использованием золы, следует отнести непостоянство свойств смеси из-за колебаний ее химико-минерального состава. Из таблицы 1 отчетливо наблюдается значимый разброс в компонентах химического состава у зол с разных теплоэлектростанций России.

Таким образом, в условиях соблюдения высокого качества, современных требований и опыта применения, а также соблюдения указаний нормативной базы, зола-унос является ценным компонентом бетона, а ее использование – одним из самых актуальных, технологичных и современных направлений, имеющее эколого-экономическое значение и требующее постоянного развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Шульце С.Е., Рукерт Й.* Влияние химического состава золы-уноса на ее реакционную способность//Цемент и его применение,2012, с.170-175.
2. *Thomas M.* Optimizing the Use of Fly Ash in Concrete. PortlandCementAssociation, 2007.
3. *Xu S., Lyu Y., Li Q.* Enhancing the initial cracking fracture toughness of steel polyvinyl alcohol hybrid fibers ultra high toughness cementitious composites by incorporating multi-walled carbon nanotube. // Construction and Building Materials. Vol. 195. 2019. Pp: 269-282. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2018.10.133.
4. *Tokarsky J., Mamulova Kutlakova K., Martinec P., Ovcacicova H., Studentova S.* Photoactive and hydrophobic nano-ZnO/poly (alkyl siloxane) coating for the protection of sandstone // Construction and Building Materials. Vol. 199. 2019, pp. 549-559. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2018.12.045.
5. *Li X., Liu J., Qin J., Liu I., Qu Y., Zhang R.* Dissolution behavior of a novel composite fiber made from blast furnace slag // Journal Construction and Building Materials. Vol. 206. 2019, pp. 442-448. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2019.01.136

Студентка 2 курса 18 группы ИСА Колесова Д.А.;

Студентка 2 курса 10 группы ИСА Минаева А.М.;

Студентка 2 курса 10 группы ИСА Бесфамильная В.М.

*Научные руководители – доц., канд. техн. наук А.Д. Жуков, ст. преп.,
канд. техн. наук А.А. Медведев*

ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Современное энергоэффективное строительство направлено, с одной стороны на решение проблем теплосбережения, с другой – на повышение комфортности среды обитания, а с третьей – на снижение экологических рисков и от загрязнения окружающей среды, от неоправданного расходования энергоресурсов, а также от несоблюдения радиационной безопасности.

Теплосберегающие решения основаны на реализации двух дополняющих друг друга подходов: использовании материалов, объединяющих теплоизоляционные и конструкционные функции, а также реализация строительных систем, объединяющих различные материалы, которые подчеркивают их достоинства и убирают недостатки.

Эффективность строительных систем опирается на грамотные проектные решения, качественное выполнение строительных работ, но, в первую очередь, на свойства всех материалов, объединенных в строительную систему. Теплоизоляционные материалы по своему основному функциональному признаку, должны обеспечить теплосбережение и защиту основных строительных конструкций (в том числе несущих) от избыточного теплового воздействия или воздействия отрицательных и знакопеременных температур, увеличивая тем самым долговечность конструкции и срок ее безремонтной эксплуатации. Эти же материалы, имея невысокие прочностные характеристики, при неграмотном выполнении конструкции могут достаточно быстро разрушаться [1, 2].

Если говорить об использовании многофункциональных материалов, то наилучшие результаты были достигнуты при использовании крупноформатных керамических камней или блоков с поризованной керамической матрицей. Практика показала, что использование легких выгорающих добавок, равно как и способа пенообразования, не позволяет полностью реализовать преимущество этих технологий [3, 4].

Изучение свойств и экологических характеристик равно как изделий легкой керамики, так и минераловолокнистых материалов является актуальной материаловедческой задачей, реализация которой возможна

только при применении современных методов исследований, таких, как анализ элементного состава и оценка радиационной безопасности.

Элементный состав образцов минеральной ваты и легких керамических материалов с добавкой дробленого пеностекла проводилось рентгенофлюоресцентным методом анализа (РФА) с помощью спектрометра элементного состава вещества «РеСПЕКТ» (рис. 1), расположенного в лаборатории физических методов анализа РГГРУ, которая в том числе специализируется в области исследования составов материалов, в том числе строительных и их показателей радиоактивности [5].

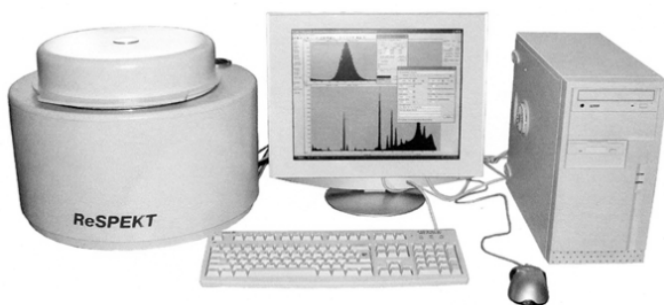


Рис.1 Рентгеновский спектрометр «РеСПЕКТ»

Спектральным анализом проб установлено присутствие в минеральном волокне, а, следовательно, и в исходной шихте следующих металлов: Ca, Ni, Mn, Fe, Sr, Zr. Образцы керамики содержат: более 60% кремния, 10% алюминия, 4% натрия и некоторые другие металлы.

Согласно ГОСТ 30108-94 удельная эффективная активность естественных радионуклидов $A_{эфф}$ в кирпиче определялась по формуле.

Таким образом $A_{эфф} = A_{Ra} + 1,31 * A_{Th} + 0,09 * A_K = 144$ Бк/кг.

Возможность применения строительных материалов определяется по гигиеническим критериям, обозначенных в ГОСТ 30108-94. Согласно им, к I классу активности относятся материалы, удельная эффективная активность которых менее 370 Бк/кг; такие материалы используются во всех видах строительства.

Материалы, исследование гигиенических свойств которых проводилось в процессе реализации работ относятся к I классу активности. Областью применения керамического кирпича являются, в первую очередь, несущие стеновые конструкции. Изделия на основе минеральной ваты позиционируются как эффективный теплоизоляционный материал.

С учетом возможностей легкой керамики становится доступным и энергетически оправданным следующий вариант исполнения

конструкции стен. Несущая стена выполняется из блоков или кирпичей из облегченной керамики (с легким зернистым наполнителем из вспученного перлита или вермикулита, а также дробленого пеностекла), имеющих теплопроводность, не превышающую 0,1 Вт/(м·К). Наружная верста выполняется из лицевого кирпича. В результате создается конструкция, выполненная из однотипных (керамических) материалов с удовлетворяющим нормативы термическим сопротивлением. Подобная конструкция имеет наивысшие показатели надежности и срок эксплуатации не менее 100 лет.

Исследования, проведенные для образцов минеральной ваты, образцов легкой керамики и керамического кирпича, показывают, что по показателям радиационной безопасности эти материалы полностью соответствуют нормативу. Это особенно важно для строительной керамики, так как большинство заводов сейчас работает на привозном сырье, контроль свойств которого не всегда может быть организован должным образом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Румянцев Б.М., Жуков А.Д., Смирнова Т.В.* Энергетическая эффективность и методология создания теплоизоляционных материалов // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. 2014. № 4 (35). С. 3. Режим доступа: <http://www.vestnik.vgasu.ru/>
2. *Жук П.М., Жуков А.Д.* Нормативная правовая база экологической оценки строительных материалов: перспективы совершенствования // Экология и промышленность России. 2018. Т.22, №4, С. 52–57. DOI: 10.18412/1816-0395-2018-4-52-57
3. *Rumiantsev B.M., Zhukov A.D., Zelenshikov D.B., Chkunin A.S., Ivanov K.K., Sazonova Yu.V.* Insulation systems of the building constructions / MATEC Web of Conferences. Vol. 86 (2016). DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20168604027>.
4. *Schroeyers W., Sas Z., Schreurs S., Bator G., Kovacs T., Trevisi R., Leonardi F., Nucetelli C.* The norm building database, a tool radiological assessment when using by-products in building materials // Construction and Building Materials. Vol. 159. 2018. Pp. 755-767. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2017.11.037.
5. *Толоконников, И.А.* Энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный анализатор состава ВЕЗПР. Атомная энергия. - 2003. - Вып. 95. N 1. С. 69–70.

Студент 2 курса 19 группы ИСА Кращенко В.И.;
Студент 4 курса 33 группы ИСА Шайхалов И.Р.;
Студент 4 курса 33 группы ИСА Третьяков Н.А.
Научные руководители – доц., канд. техн. наук А.Д. Жуков, аспирант
Иванов К.К.

СИСТЕМЫ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ

Энергетическая эффективность тепловых сетей зависит от затрат на изготовление изоляционных материалов и комплектующих, их монтаж и эксплуатацию изоляционной оболочки. В первую очередь энергетическую эффективность характеризует сохранение тепла, которое определяется типом теплоизоляционного материала, его теплопроводностью, толщиной теплоизоляционного слоя и способов монтажа изоляционной системы [1, 2].

Расход теплоизоляционного материала определяется с одной стороны теплотехническим расчётом, а с другой стороны определяет затраты на материал, его монтаж и последующую безремонтную эксплуатацию. В связи с этим формирование методологии расчёта толщины теплоизоляционного слоя применительно к различным типам изоляционного материала, является актуальной задачей [3, 4].

В качестве теплоизоляционных материалов при изоляции тепловых сетей используются изделия на основе каменной ваты, пенополиуретана, экструзионного пенополистирола, вспененного каучука и пенополиэтилена. Каждый тип материала используется в своих температурных диапазонах эксплуатации и в условиях контакта с окружающей средой, а также в ценовом диапазоне. И для каждого типа материала является обоснованный выбор оптимальной толщины теплоизоляционного слоя [5].

В статье приведены основные положения расчета толщины теплоизоляции трубопровода по величине нормативной плотности теплового потока в зависимости от диаметра трубопровода, и температуры среды, перекачиваемой по трубопроводу. Основой для расчета является математическая модель теплопереноса, сформированная при изучении возможности применения пенополиэтилен в качестве теплоизоляции трубопроводов и адаптированная к теплоизоляционным изделиям на основе каменной ваты. На основе модели разработан алгоритм расчета, составлена и опробована программа для ЭВМ.

Для правильного выбора и реализации системы изоляции трубопроводов является назначение оптимальной толщины теплоизоляционного слоя, расчет которого может осуществляться

различными методами. Толщина теплоизоляционного слоя может определяться: - по заданной плотности теплового потока; по заданной температуре на поверхности теплоизоляции и иными способами, указанными в нормативных документах.

Использование математического аппарата теплопереноса и решения уравнения для теплового потока через многослойный изолированный цилиндр при заданных граничных условиях позволило получить систему уравнений, позволяющую определить толщину теплоизоляционного слоя.

Вводимыми параметрами являются:

- плотность теплового потока q с поверхности теплоизоляции, устанавливаемая по СП 61-13330-2012;
- наружный диаметр трубопровода;
- температура теплоносителя и наружной среды;
- теплопроводность теплоизоляции.

Система расчетных формул имеет вид:

$$\ln\left(\frac{d_{Tp} + 2\delta_{Из}}{d_{Tp}}\right) = 2\pi\lambda_{Из}K\left(\frac{t_B - t_o}{q}\right) = C$$

$$\delta_{Из} = \frac{d_{Tp}}{2}(\exp(C) - 1)$$

где λ – теплопроводность теплоизоляции, Вт/(м·К); K – коэффициент дополнительный потерь, принимаем равным 1,05; q – плотности теплового потока, принимаем согласно СП 61-13330-2012; t_B – расчетная температура теплоносителя; t_o – температура среды, °С; d_{Tp} – наружный диаметр трубопровода, мм; C – константа.

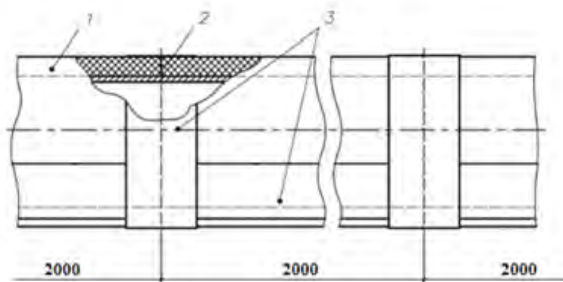


Рис. 1. Система изоляции трубопровода диаметром: 1 – теплоизоляционный материал (цилиндр или мат); 2 – клей (при изоляции с помощью минераловатных цилиндров); 3 – лента армированная самоклеящаяся

Способ монтажа теплоизоляции (рис. 1) зависит от диаметра трубопровода и выбранного типа изделий. Для трубопроводов малых диаметров используются изоляционные цилиндры или цилиндры в комбинации с теплоизоляционными матами. Для изоляции больших диаметров используют рулонные материалы. Изделия закрепляют на трубопроводах с помощью механических креплений. Внутри помещений рекомендуется использование металлизированных изделий без защитного покрытия.

Разработанная методология расчета теплоизоляции трубопроводов может быть применена к изоляционным системам с применением любого типа теплоизоляционного материала. При этом обязательным является учет того, что для каждого материала имеются свои температурные интервалы применения. Так изделия на основе вспененных пластмасс, в том числе пенополиолефинов и пенополиэтилена применяются в интервале от минус 60 до +80 °С; изделия на основе каменной ваты от минус 60 до +400 °С; изделия на основе базальтового волокна – до 1000 °С. Изделия на основе аэрогеля, каолинового волокна или муллитокремнеземистых волокон – до 1400 °С.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Rumiantsev B.M., Zhukov A.D., Zelenshikov D.B., Chkunin A.S., Ivanov K.K., Sazonova Yu.V.* Insulation systems of the building constructions / MATEC Web of Conferences. Vol. 86 (2016). DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/matecconf/20168604027>.
2. *Румянцев Б.М., Жуков А.Д.* Базальтовое волокно и тканые материалы на его основе / "Известия вузов. Технология текстильной промышленности" Ивановский государственный политехнический университет. 2017 №. 3. С. 114-116
3. *Tuchaev Deni, Zarmanyanyan Ervand, Petrovskiy Evgeniy, Zemlyanko Anatoliy, Ivanov Kazbek and Zhukov Aleksey.* Thermal insulation systems for the Arctic. FORM 2018. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. doi:10.1088/1757-899X/365/3/032015032041 (2018)
4. *Ivanov K.K., Zhukov A.D., Bobrova E.Yu., Zhukova E.Yu., Vako K.D.* Thermal insulation shaped mineral wool products with effective binder. E3S Web of Conferences, Vol. 110, 02024 (2019) ISC SPbWOSCE-2018. Published online: 09 August 2019. DOI:<https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911002024>
5. *Zhukov A. D., Ter-Zakaryan K.A., Semenov V.S., Kozlov S.D., Zinovieva E.A. and Fomina E.D.* Insulation systems for buildings and structures based on polyethylene foam. МГСУ. IPICSE. Published online: 14 December 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/matecconf/201825101014>

Студент 2 курса 16 группы ИСА Мамай И.С.;
Студент 2 курса 16 группы ИСА Трушков И.С.;
Студент 4 курса 18 группы ИСА Чернов А.Д.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук А.Д. Жуков

СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭФФЕКТИВНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Повышение теплофизических свойств кладки из керамических обожжённых изделий возможно за счет применения теплоэффективной керамики и, в частности пористых керамических камней. Применение выгорающих добавок или использование технологии вспенивания связано с повышенными энергетическими расходами и сложностями при получении изделий с равномерно распределенной пористостью [1–3].

Анализ состояния технологии керамических материалов позволил сформулировать гипотезу исследований, согласно которой использование в составе керамических масс пористого невыгорающего наполнителя, с одной стороны позволит получить материалы с пониженной, по сравнению с традиционными керамическими изделиями плотностью, а, с другой стороны, позволит использовать жесткие смеси с пониженным содержанием воды, а, следовательно значительно сохранить затраты на сушку изделий, повысив при этом однородность пористого керамического черепка [4, 5].

Теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение принципов изготовления энергоэффективной керамики с использованием легкого наполнителя в виде пеностекла, спекающегося при обжиге с керамическим черепком в единое целое, и определяет научную новизну исследований. Целью исследований заключалась в разработке рецептов керамических пористых изделий и отработки режимов их сушки и обжига.

Экспериментально установлено, что для получения качественных изделий температура теплоносителя противоточной туннельной сушильной камере сушки на входе нее должна быть не более 65 °С; время сушки -16 часов.

Оптимизация процесса обжига осуществлялась методом математического планирования и обработки результатов эксперимента. Зависимость свойств керамических поризованных изделий от характеристик пеностекла и параметров обжига осуществлялась в процессе реализации трехфакторного эксперимента. В качестве варьируемых факторов были приняты средняя плотность пеностекла (X_1) фракции 0,1...0,5 мм, расход гранулированного пеностекла (X_2) и температура обжига (X_3). В качестве функций отклика: прочность

изделия (Y_1) и его средняя плотность (Y_2). Сушку сырца осуществляли при температуре 90 °С при скорости теплоносителя 4 м/с до постоянной массы изделия. Длительность сушки в сушильном шкафу составила 16 часов.

В процессе реализации эксперимента и обработки его результатов были получены следующие уравнения регрессии:

$$Y_1 = 13,8 + 0,8X_1 - 1,6X_2 + 1,2X_3 + 0,8X_2X_3 - 0,5X_1^2$$

$$Y_2 = 1280 + 18X_1 - 54X_2 - 31X_3 + 12X_2X_3 +$$

Характер уравнений регрессии (квадратичная зависимость по средней плотности вспученного вермикулита) позволяет реализовать оптимизационное решение по фактору X_1 (расходу дробленого пеностекла).

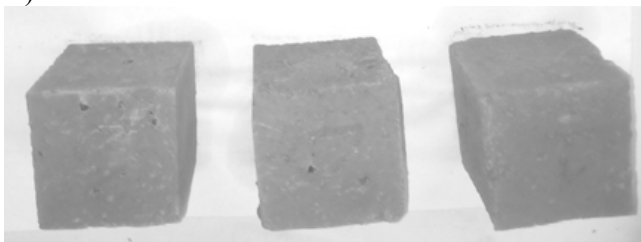


Рис. 1. Обожжённые керамические образцы на основе пеностекла. Средняя плотность 1300 кг/м³; прочность при сжатии 14,5 МПа.

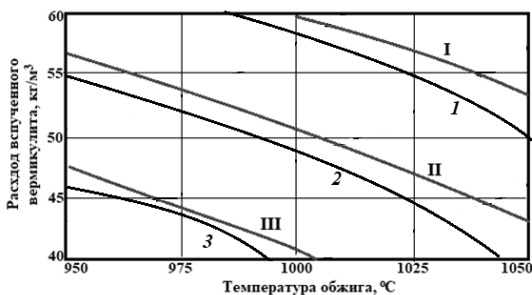


Рис. 2. График выбора температуры обжига и прогнозирования свойств керамических изделий. Прочности при сжатии, МПа: 1 – 13; 2 – 14; 3 – 15; средняя плотность, кг/м³: I – 1200; II – 1250; III – 1300

Использование дробленого пеностекла в качестве легкой невыгорающей и отошающей добавки (рис. 1) с одной стороны позволило использовать жесткие керамические смеси (с содержанием воды, не превышающим 18%), а с другой применять более жесткие и короткие режимы сушки, что также снижает энерго- и материалоемкость технологии.

Использование дробленого пеностекла в качестве легкой невыгорающей и отощающей добавки (рис. 1) с одной стороны позволило использовать жесткие керамические смеси (с содержанием воды, не превышающим 18%), а с другой применять более жесткие и короткие режимы сушки, что также снижает энерго- и материалоемкость технологии.

По номограмме (рис. 2) можно определить оптимальные расходы вспученного перлита и соответствующую им рекомендовать температуру обжига изделий. После проведения теоретических расчетов подобранные составы проверяют путем натуральных формовок и обжигов. Также можно прогнозировать свойства изделия в зависимости от назначаемых технологических параметров. Изготовленные по изложенной методике керамические камни имеют усредненные показатели теплопроводности не более 0,16 Вт/(м·К) и могут быть использованы при исполнении эффективной кладки кирпичных стен.

Оптимизация наиболее энергоёмкого процесса обжига осуществлялась методами математического планирования и обработки результатов эксперимента. Установлена оптимальная для обжигового изделия средняя плотность дробленого пеностекла (140–150 кг/м³). Получены зависимости, позволяющие осуществить оценку свойств изделия в зависимости от расхода пеностекла и температуры обжига.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Жук П.М., Жуков А.Д.* Нормативная правовая база экологической оценки строительных материалов: перспективы совершенствования // Экология и промышленность России. 2018. Т.22, №4, С. 52–57. DOI: 10.18412/1816-0395-2018-4-52-57
2. *Рубцов О.И., Боброва Е.Ю., Жуков А.Д., Зиновьева Е.А.* Керамический кирпич, камни и полнокирпичные стены // Строительные материалы. 2019. №9. С. 8–13. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-774-9-8-13>.
3. *Umnyakova N., Bessonov I., Zhukov A., Zinoveva E.* The effectiveness of facade systems 00013 // MATEC Web of Conferences (ICMTMTE 2019).. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201929800013>.
4. *Zhukov Aleksey, Medvedev Andrey, Poserenin Alexey and Efimov Boris.* Ecological and energy efficiency of insulating systems 03070 // E3S Web of Conferences. Volume 135 (2019) (ITESE-2019). DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913503070>.
5. *Zhukov Aleksey, Dovydenko Timofey, Kozlov Sergey, Ter-Zakaryan Karapet and Bobrova Ekaterina.* Innovative technologies for low-rise construction. 02032 // TPACEE 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199102032>

Студентка магистратуры 1 года обучения 4м группы ИСА Медникова Е.А.;

Студентка магистратуры 1 года обучения 6м группы ИСА Буцева М.А.;

Студентка магистратуры 2 года обучения 2м группы ЭУИС Путинцева Л.М.

Научный руководитель – доцент, канд. техн. наук, доцент А.Д. Жуков

ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ КОНТРОЛЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Критериями качества современного строительства можно назвать обеспечение комфортных условий состояния помещений, обеспечение теплосбережения с помощью применения эффективных строительных конструкций, оптимизацию затрат на строительство и на эксплуатацию построенных объектов, все что может быть объединено понятием энергетическая эффективность [1, 2]. Одним из актуальных способов мониторинга состояния строительных объектов является тепловизионная съемка в сочетании с аппаратурными методами определения тепловых потоков.

Целью исследований, изложенных в статье, была оценка состояния построенных объектов, определение структуры тепловых потерь и выявление мостиков передачи тепла, а также разработка рекомендацию по снижению тепловых потерь в строительных конструкциях с применением современных материалов и проектных решений.



а



б

Рис. 1. Методы контроля: а – тепловизионная съемка; б – определение тепловых потоков

Метод тепловизионного контроля – основан на бесконтактном измерении тепловизором температурных полей внутренних и наружных поверхностей ограждающих конструкций (рис. 1). Определение

фактического приведённого сопротивления теплопередаче заключается в измерении тепловых потоков, проходящих через ограждающую конструкцию и перепада температур, вследствие разности температур наружного и внутреннего воздуха [3–5].

Теплоизоляционная съёмка домов (рис. 2) позволяет утверждать, что основными путями потерь тепла по глади стены являются стыки отдельных элементов стен (плит, блоков и т.д.); области опирания на несущие стены перекрытий без дополнительной теплоизоляции, углы здания. Так же потери тепла происходят через оконные обрамления и по поверхности остекления в случае неприменения стеклопакетов.

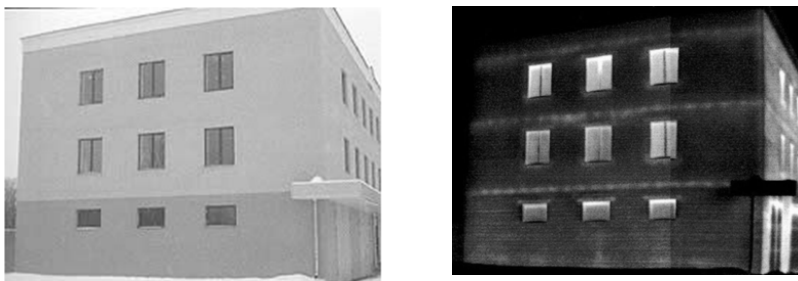


Рис. 2. Тепловизионная съёмка утепленного здания

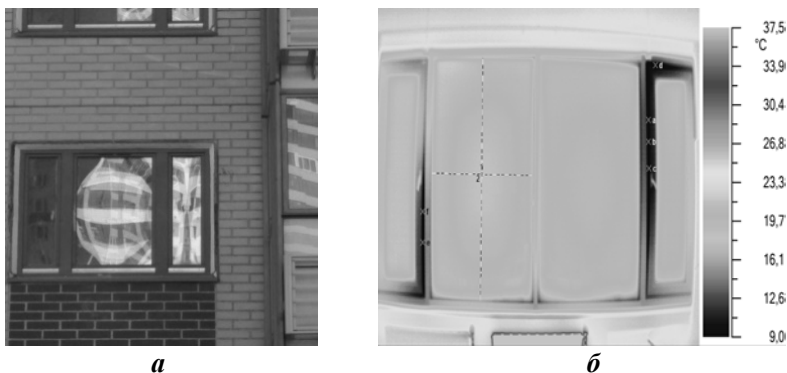


Рис. 3. Эффект линзы; а – деформированный стеклопакет; б – термовизионная съёмка

При анализе работы стеклопакета в результате тепловизионной съёмки установлен эффект, названный «эффектом линзы». В холодное время года воздух в стеклопакете охлаждается, пары воды, попавшие в полость стеклопакета конденсируются в иней, соответственно объем воздуха уменьшается, что стягивает ограждающие стекла стеклопакета и он становится линзу с переменным термическим сопротивлением внутри

ее (рис. 3). Эффект линзы снижет термическое сопротивление стеклопакета, но нормативами не учитывается.

Потери тепла в области опирания перекрытия на стены могут быть снижены конструктивно. На этапе монтажа конструкции перекрытия по его периметру размещают вкладыши из экструзионного пенополистирола с заполнение периметра на 0,5–0,6 его длины. Далее устанавливают арматурные каркасы, и укладывают бетон. После нормативного периода твердения получают конструкцию с термическим сопротивлением по области опирания перекрытия на несущую стену соответствующим нормативным требованиям без значительного снижения его прочностных характеристик.

Использование современных методов контроля состояния строительных конструкций, инновационных конструкторских решений и эффективных строительных материалов позволяет решать вопросы энергосбережения и комфорта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Жук П.М., Жуков А.Д.* Нормативная правовая база экологической оценки строительных материалов: перспективы совершенствования // *Экология и промышленность России*. 2018. № 4. С. 52–57. DOI: 10.18412/1816-0395-2018-4-52-57.
2. *Жуков А.Д., Тер-Закарян К.А., Бессонов И.В., Семенов В.С., Старостин А.В.* Системы изоляции каркасных коттеджей // *ACADEMIA*. 2019. №1. С. 122–127. DOI <https://doi.org/10.22337/2077-9038-2019-1-122-127>.
3. *Zhukov A. D., Ter-Zakaryan K. A., Semenov V. S., Kozlov S. D., Zinovieva E. A. and Fomina E. D.* Insulation systems for buildings and structures based on polyethylene foam. МГСУ. IPICSE. Published online: 14 December 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201825101014>.
4. *Alexey D. Zhukov, Karapet A. Ter-Zakaryan, Ekaterina Yu. Bobrova, Anton S. Pilipenko.* Insulation Sheath Materials for Cold Preservation // *Materials and Technologies in Construction and Architecture II*. December 2019. pp. 452-457. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.974.452>.
5. *Anton Pilipenko, Karapet Ter-Zakaryan, Ekaterina Bobrova, Alexey Zhukov.* Insulation systems for extreme conditions // *International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment 2019*. Vol. 19. Pp. 1819-2586. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.08.112>.

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ И БЕТОНОВ

Студент 2 курса 31 группы ИСА-м Бахрах А.М.

Студент 2 курса 31 группы ИСА-м Солодов А.А.

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

ВЛИЯНИЕ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАСТИФИКАТОРОВ НА ОСНОВЕ ЭФИРОВ ПОЛИКАРБОКСИЛАТОВ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

На сегодняшний день перед технологами стоит задача снижения затрат на производство строительных материалов и уменьшение влияния промышленности строительных материалов на окружающую среду.

Одним из способов экономии цемента является повышение его активности. Повышение активности цемента возможно путем увеличения его удельной поверхности до 4000-5000 см²/г. В промышленности строительных материалов этот способ называется механической активацией и подразумевает доизмельчение готового цемента в мельницах различных конструкций. Механическое воздействие рабочих тел мельницы приводит к деформированию кристаллической структуры поверхностного слоя частиц и снижению теплоты смачивания цемента [1]. Однако, при увеличении удельной поверхности цемента возрастает и коэффициент нормальной плотности, соответственно, повышается водопотребность бетонной смеси. Получение литых и самоуплотняющихся бетонных смесей на таких цементах становится невозможным, и, следовательно, невозможно их применение в густоармированных конструкциях [2]. Применение же пластификаторов в таком случае не всегда экономически эффективно ввиду необходимости увеличения их дозировки.

Решением проблемы большой водопотребности цементов с высокой удельной поверхностью может служить способ механохимической активации [3], который заключается в совместном помолу вяжущего с поверхностно-активными веществами (ПАВ). Введение ПАВ, помимо снижения водопотребности вяжущего, снижает время помолу: молекулы поверхностно-активного вещества адсорбируются в дефектах зерен вяжущего, при этом понижается прочность зерен, следовательно, сокращается время помолу [4].

В промышленности строительных материалов описанный выше способ применяется при введении в шаровые мельницы на цементных заводах интенсификаторов помола на основе ПАВ [5].

Основные исследования в данной области проводились до разработки суперпластификаторов на основе эфиров поликарбоксилатов. Одновременно с этим, предполагается, что их применение при активации вяжущих улучшит их реологические характеристики одновременно с повышением прочности.

В рамках исследования авторами настоящей статьи было изучено влияние таких факторов активации, как дозировка пластификатора на основе эфиров поликарбоксилатов и времени помола. При проведении исследования применялся бездобавочный портландцемент ПЦ500 Д0.

Таблица 1

Факторы варьирования

Факторы	Основные уровни	Интервалы варьирования
Содержание добавки, % от массы Ц	0,265	0,235
Продолжительность помола, мин.	30	30

С учетом указанных основных уровней и интервалов варьирования факторов была построена математическая модель зависимости распыла вискозиметра от дозировки добавки и времени активации, а также поверхность отклика на основании проведения полного двухфакторного эксперимента с количеством параллельных измерений равным 5.

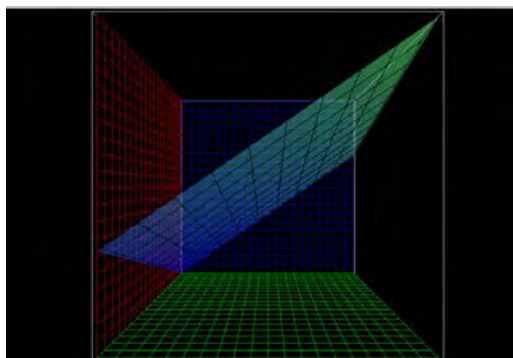


Рис. 1. Поверхность отклика

На основании анализа полученной модели и поверхности отклика сделаны выводы, подтверждающие снижение нормальной плотности цементного теста при увеличении дозировки. При этом увеличение времени помола в присутствии пластификаторов на основе эфиров поликарбоксилатов также приводит к снижению нормальной плотности.

Полученные результаты исследования подтверждают перспективность применения рассматриваемого способа механохимической активации портландцемента с целью получения на их основе особо высокопрочных бетонов, обладающих улучшенными реологическими характеристиками, в том числе самоуплотняющихся бетонных смесей и высокофункциональных бетонов на их основе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Опоцки Л. Южао З.* Механические процессы на поверхности клинкерных минералов // VI Международный конгресс по химии цемента: Тез. Докл, 1974. 50 с.
2. *Баженов Ю.М.* Технология бетона. М.: Издательство АСВ – 2012. С. 378-380.
3. *Naruts V., Larsen O., Bakhrakh A.* SCC with activated recycled concrete fines // MATEC Web of Conferences 239, 01023 (2018) TransSiberia 2018 <https://doi.org/10.1051/mateconf/201823901024>
4. *Баженов Ю.М., Алимов Л.А., Воронин В.В.* Структура и свойства бетонов с наномодификаторами на основе техногенных отходов. М. : МГСУ, 2013. 204 с.
5. *Котов С.В. Сивков С.П.* Сухие строительные смеси № 2 – 2013. С. 28-31.

Студент 3 курса 31 группы ИСА **Бочкарёв Д.С.**

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. **О.В. Александрова**

ПОЛУЧЕНИЕ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

В последнее время в строительной отрасли роль вопроса о повышении свойств бетонов неосцимемо велика. Одной из главных характеристик является прочность готового материала. Для улучшения данного свойства в состав бетонной смеси вводятся углеродные нанотрубки (далее-УНТ), которые улучшают различные показатели этого материала. Влияние этой добавки будет рассмотрено в данной статье.

УНТ были открыты в 1991 году, и с того времени стали объектом пристального внимания ученых во всем мире. Данный материал характеризуется высокой прочностью на разрыв и модулем упругости, а также исключительной электро- и теплопроводностью. Основная проблема, возникающая при включении УНТ в любую матрицу, заключается в получении однородной дисперсии, из-за большого отношения длины к толщине, и достаточного сцепления со связующей матрицей, из-за гидрофобной поверхности. Одним из вариантов решения этой задачи является выращивание УНТ на поверхности зерен цемента.

Процессы, включенные в производство такого раствора, показаны на рисунке 1. В основе лежит получение углеродных наноструктур на поверхности зерен цемента, как изображено на рисунке 2, методом химического осаждения из паровой фазы (chemical vapor deposition - CVD) [1].

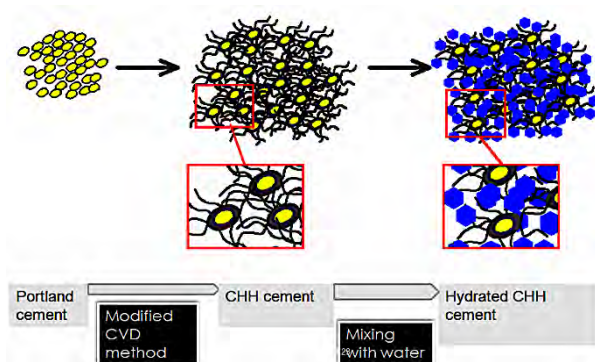


Рис. 1. Процесс получения цементного композита, модифицированного УНТ

Такой способ предусматривает использование дешевого сырья и характеризуется низкой энергоёмкостью, что делает его привлекательным для массового синтеза. Метод CVD заключается в разложении углеродосодержащего газа (метан, этан) при высоких температурах (500-700°C) и под воздействием высокодисперсного катализатора (Fe, Ni, Co). При этом углеродные атомы соединяются, образуя УНТ, и осаждаются на подложке. Данный метод позволяет гомогенно диспергировать наноматериал по объёму цементной матрицы.



Рис. 2. Электронно-микроскопические снимки:

а-первичных частиц цемента; б-цемента, обработанного при 650°C в условиях синтеза УНТ; в-изображение УНТ, выращенных при 650°C на поверхности частицы цемента

В работе [2] в качестве вяжущего был использован портландцемент ЦЕМ I 42,5Н производства Finnsementti Oy. Элементы железа, содержащиеся в исходном материале (Fe=3,9%), использовались как катализатор для получения УНТ. Были изготовлены 8 образцов размером 10x10x60мм из различных смесей. Водоцементное отношение было постоянным (В/Ц=0,5). Количество суперпластификатора составило 1,5% по массе цемента. Каждая смесь содержит УНТ произведенные в различных условиях, что привело к их различному количеству в образцах, изменяющимся в пределах от 2 до 20%. Результаты эксперимента можно наблюдать на рисунке 3.

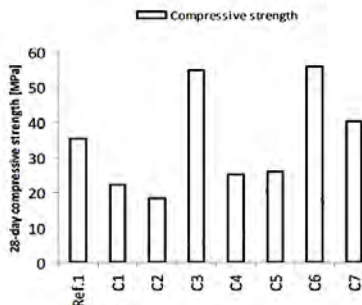


Рис. 3. Прочность при сжатии в возрасте 28 суток

Как мы видим образцы С3, С6 и С7 показали увеличение значений разрушающей нагрузки по сравнению с образцом без УНТ. Смеси С1, С2, С4, С5 имеют значения прочности меньше по сравнению с бездобавочным образцом. Это можно объяснить повышенным количеством УНТ, которые препятствуют поступлению воды к зерну вяжущего, а, следовательно, снижающим степень гидратации цемента [3]. На полученные результаты также оказала влияние спиральная форма нановолокна с большим количеством дефектов на поверхности. Что позволило улучшить сцепление между УНТ и цементной матрицей.

Описанный цементный композит представляет собой новый материал, полученный в результате гидратации портландцемента, модифицированным углеродными нанотрубками, полученными методом химического осаждения из паровой фазы. Данный материал характеризуется большим количеством УНТ в своем объеме. Нановолокна равномерно распределены по связующей матрице и частично химически связана с ним через частицы катализатора. Удалось получить композит, содержащий до 20% нановолокон. Механические свойства композита были улучшены при условии, что было выращено оптимальное количество УНТ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Углеродные наноструктуры и сетки, полученные химическим осаждением из паровой фазы // Патент РФ № [2013117452/05 2011.09.16](#) / *Каулджу К.Н.К, Конер Г.Й.М., Ван Ралтен Р.А.Д.*
2. *Cwirzen, K. Habermehl-Cwirzen, L.I. Nasibulina, S.D. Shandakov, A.G. Nasibulin, E.I. Kauppinen, P.R. Mudimela, and V. Penttala* СНН cement composite. 2009. doi:10.1007/978-3-642-00980-8_24
3. *Cwirzen A., Habermehl-Cwirzen K., Shandakov D., Nasibulina L.I., Nasibulin A.G., Mudimela P.R., Kauppinen E.I., Penttala V.* СНН cement composites – microstructure and hydration processes. 2008. doi:10.1680/adcr.2008.20.2.65
4. *Cwirzen, A., Habermehl-Cwirzen, K., Shandakov, D., Nasibulina, L.I., Nasibulin, A.G., Mudimela, P.R., Kauppinen, E.I., Penttala, V.:* Properties of high yield synthesized carbon nano fibers/Portland cement composite. *Adv. Cem. Res.* (2008)
5. *Наруть В.В., Ларсен О.А.* Самоуплотняющийся бетон на основе бетонного лома сносимых жилых зданий // *Промышленное и гражданское строительство.* 2020. № 2. С. 52-58.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА УСАДКУ ЦЕМЕНТНОГО КОМПОЗИТА

При твердении цементного композита, происходит изменение его объема. Это явление получило название – усадка. Это физико-химический процесс, связанный с твердением, а также с изменением влажности композита.

Существуют некоторые разновидности усадок: контракционная усадка (объем новых продуктов гидратации меньше, чем объем исходных веществ), влажностная усадка (испарение влаги из структуры цементной матрицы), карбонизационная усадка (карбонизация гидроксида кальция), радиационная усадка.

На усадку цементного композита влияют различные факторы. Эти факторы можно разделить на две группы: рецептурно-технологическая (минералогический состав цемента, В/Ц, свойств заполнителя, присутствие добавок, условия твердения), условия окружающей среды (относительная влажность, температура).

Первая группа - рецептурно-технологическая. Были проведены исследования, которые показывают, что цементы, которые содержат повышенное количество минералов-силикатов, образуют большее количество гидроксида кальция, который наиболее активно взаимодействует с CO_2 с образованием более плотного карбоната кальция, что приводит к появлению дополнительного объема усадочных пор.

Так же на усадку влияет В/Ц. Были получены данные, которые показывают, что увеличение В/Ц от 0,28 до 0,65 сказывается на усадке и к годичному сроку схватывания увеличение примерно в 2 раза. При повышенном В/Ц затухание усадки происходит значительно медленнее.

Обработка цементного композита паром под давлением (в автоклавах) способствует уменьшению усадочных деформаций. Причина такого явления – это увеличение размеров частиц геля и компонентов твердой фазы.

При введении прочных порошковых заполнителей, усадка уменьшается. Цементный гель обволакивает зерна, при этом зерна воспринимают сжимающие силы при высыхании. Эта зависимость работает, при условии, что зерна не требуют увеличения

водопотребности. Наличие арматуры, мелкого и крупного заполнителя (бетон) значительно уменьшает усадку.

Р. Лермит предложил формулу, связывающую усадку бетона с его составом.

$$\varepsilon_{у.ц}/\varepsilon_{у.б.} = 1 + \beta V_3/V_ц \quad (1)$$

где, $\varepsilon_{у.ц}/\varepsilon_{у.б.}$ - отношение усадки цементного камня к усадке бетона, β -константа материала, зависящая от В/Ц, крупности заполнителя и других факторов (1,5...3,1), $V_3/V_ц$ - отношение объема заполнителя и цемента.

Введение минеральных добавок влияет на усадку бетона. Наглядно это представлено на рис. 1.

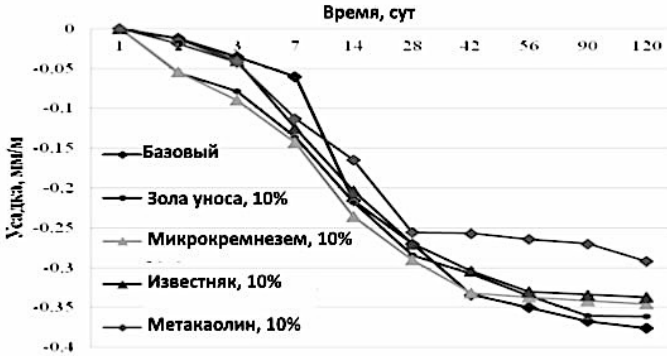


Рис.1 Влияние минеральных добавок на усадку

Вторая группа. Условия окружающей среды. Относительная влажность окружающей среды сильно влияет на усадку. Если относительная влажность значительно меньше влажности цементного композита, то образец начнет высыхать. Вода сначала будет испаряться из более крупных пор, а затем из пор меньшего диаметра. Испарение будет происходить пока не наступит влажностное равновесие между окружающей средой и образцом. При высыхании возникают большие силы сжатия, что и приводит к усадке. Это приводит к появлению микротрещин и макротрещин. Так же относительная влажность среды может быть больше влажности цементного композита- это приводит к набуханию образца. Эти явления возможны при температуре 0-100 градусов.

При температуре более 100 градусов также происходят усадочные деформации, но это вследствие удаления химически связанной воды из новых продуктов гидратации.

Так как конструкции из бетона находятся в окружающей среде, где содержится большое количество углекислого газа. CO₂ приводит к разложению гидро- силикатов, алюминатов, ферритов кальция с образованием карбонатов кальция и водных оксидов кремния, алюминия, железа. При карбонизации продукты гидратации переходят в более плотное состояние, что приводит к сокращению объема, вследствие чего происходят усадочные деформации. Если образец полностью водонасыщен или влажность цементного композита равна относительной влажности окружающей среды (30-40% и менее), то карбонизация прекращается. Карбонизационной усадка определяется в соответствии с ГОСТ Р 52804-2007 «Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Методы испытаний» по методу определения диффузионной проницаемости бетона для углекислого газа. Так же есть ГОСТ 245544-81 «Бетоны. Методы определения деформаций усадки и ползучести».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Волженский А.В.* Минеральные вяжущие вещества: Учеб. Для вузов. – 4-ое изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 464 стр., с иллюстрациями.
2. *Баженов Ю.М.* Технология бетона. Учебник.: Изд-во АСВ, 5-ое издание, 2011 – 528 стр., с иллюстрациями.
3. *Козлова В.К., Лотов В.А., Саркисов Ю.С., Логвиненко В.В., Рахманова И.А., Божок Е.В.* Процессы карбонизационной усадки строительных материалов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 178–194
4. *Несветаев Г.В., Щербинина Т.А.* К вопросу нормирования усадки цементных бетонов // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №5 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/07TVN515.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/07TVN515
5. *Козлова В.К., Божок Е.В., Логвиненко В.В., Саркисов Ю.С., Ильевский Ю.А.* Усадочные деформации строительных материалов и пути их снижения // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. Т. 20. № 5. С. 140–155.

*Студентка 3 курса 31 группы ИСА Горбунова Э.А.
Научный руководитель - доц., канд. техн. наук, доц. О.А. Ларсен*

ПРИМЕНЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА В ЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На сегодняшний день цемент считается одним из самых востребованных компонентов для строительных материалов во всём мире. В связи с увеличением спроса на продукты цементной промышленности возрос и интерес к проблеме экономического и экологического характера, принесённой данным продуктом.

Производство цемента является энергоёмким процессом, потребляющим тепловую энергию порядка 3,3 МДж на тонну произведенного клинкера. Потребление электроэнергии составляет около 90-120 кВтч на тонну цемента [4]. Затраты на энергоносители в Российской Федерации составляют 50-57% от себестоимости конечного продукта. На тонну потребляемого цемента приходится около 120 кг угля. Из-за постоянного повышения цен на эти энергоносители (полезные ископаемые), а также истощения запаса нефти и газа, всё больше стран развивают альтернативные источники энергии [1]. Расширение использования возобновляемых и альтернативных видов топлива может увеличить запасы ископаемых и помочь решить проблему загрязнения воздуха, связанную с использованием обычного топлива. Переработанные отходы различного происхождения являются одним из основных видов альтернативного топлива. Речь идет о продуктах переработки и обезвреживания твёрдых коммунальных отходов (ТКО). Данное топливо имеет название «топливо, полученное из отходов» или Refused Derived Fuel (RDF). Существуют различные способы получения такого топлива, но самым распространенным из них является изготовление брикетов в результате нескольких стадий измельчения (рис.1).

На данный момент на некоторых предприятиях в ЕС использование АТ доходит до 100%, классическое же топливо используется в качестве резервных запасов.

На сегодняшний день в России насчитывается 58 цементных заводов с суммарной производственной мощностью порядка 106 млн. тонн цемента в год. К крупнейшим российским холдингам относятся «Евроцемент групп», «Сибирский цемент»; ведущими зарубежными представителями являются LafargeHolcim, Heidelberg [2]. В РФ уже существуют заводы, использующие бытовые отходы (ТБО), как часть

топлива для производства цемента. Однако сложность массового использования альтернативных видов топлива в России создаёт отсутствие раздельного сбора ТКО, в следствие этого необходимо тщательно проводить процедуру сепарации. Такими заводами, использующими RDF из ТКО и автопокрышки, частично заменяя этим обычное топливо, являются Ферзиковский (Калужский), Щуровский (LafargeHolcim) и ООО «ХайдельбергЦемент Русс» цементные заводы [5].

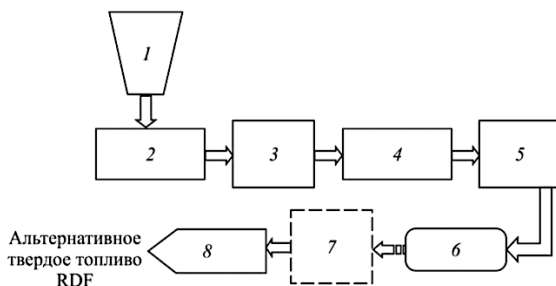


Рис.1 Технологическая схема производства RDF:

1 – сбор, транспортировка к месту переработки и хранения; 2 – предварительное измельчение до размера 100–150 мм; 3 – сепарация (1-й этап), сжигание включений, отделение основной массы ТБО; 4 – измельчение материала до размера 20–50 мм; 5 – сепарация (2-й этап); 6 – сушка топлива под высокой температурой; 7 – добавление искусственных компонентов, повышающих калорийность или связность элементов топлива (если это необходимо); 8 – изготовление брикетов с высокой энергетической теплоотдачей.

Преимущества использования АТ [4]:

- сохранение не возобновляемых природных ресурсов;
- сокращение объёмов отходов;
- снижение производственных затрат;
- обеспечение высокой температуры материала (до 1450 °С) и газовой среды (до 2000°С);
- нейтрализация присутствующих в отходах тяжелых металлов.

Основные источники альтернативного топлива на территории РФ(рис.2):

- автомобильные покрышки;
- горючие фракции твёрдых коммунальных отходов ТКО (полимеры, бумага, текстиль, древесина, кожа, резина и т.д.);

- отходы лакокрасочных производств;
- ж/д шпалы;
- нефтешламы.

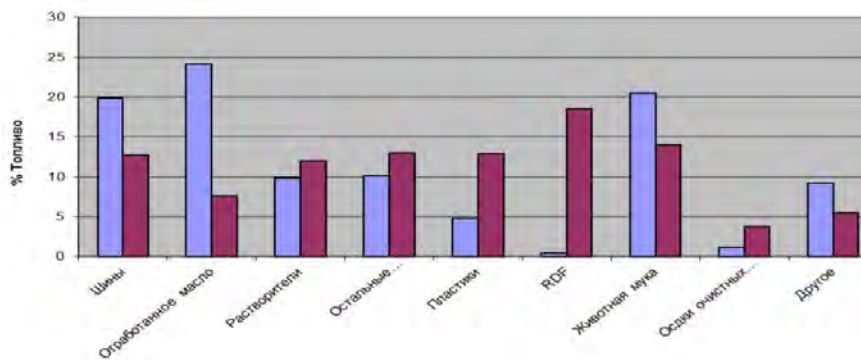


Рис.2 Диаграмма используемого топлива в РФ

На сегодняшний день в РФ требования к АТ из отходов регламентируются следующими нормативными документами:

- ГОСТ Р 54236-2010 «Топливо твёрдое из бытовых отходов. Технические характеристики и классы.»
- ГОСТ Р 54095-2010 «Ресурсосбережение. Требования к экобезопасной утилизации отработавших шин.»

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Юдович Б.Э., Дмитриев А.М., Лямин Ю.А., Зубехин С.А. Цементная промышленность и экология // Цемент. – 1998. - №3. – С. 11-19.
2. Alimov L., Voronin V., Larsen O., Korovyakov V. Effect of the structural characteristics on frost resistance of concrete // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2018. Vol. 692. Pp. 601-607.
3. Бернадинер И.М., Александрова Е.Ю. Использование RDF и отработавших автомобильных покрышек в цементной печи // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика, № 2(30), 2018. С. 47-59.
4. В.В. Наруть, О.А. Ларсен О.А. Оптимизация состава самоуплотняющегося бетона на основе бетонного лома для полов промышленных зданий // Бюллетень строительной техники. 2020. №3. С. 56-58.
5. Использование альтернативного топлива в цементной промышленности. Экологически безопасный подход. Опыт компании LafargeHolcim. [<https://lafargeholcimrus.ru/>]

Студентка 4 курса 31 группы ИСА *Емельянова Е.А.*
Студентка 4 курса 31 группы ИСА *Лукьянова-Мелешкевич А.Г.*
Научный руководитель – аспирант *Л.И. Ефишов*

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ НА КИНЕТИКУ НАБОРА ПРОЧНОСТИ УЛЬТРАВЫСОКОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЕТОНОВ

Интерес к применению ультра-высокофункциональных бетонов (ultra-high performance concrete) появился порядка 20 лет назад. За это время было проведено множество исследований, касающихся его структуры, поведения под нагрузкой и эксплуатационных свойств [1]. Активным применением данного материала обусловлено его высокой прочностью $R_{сж}$ не менее 150 МПа, $R_{и}$ не менее 30 МПа [2], трещиностойкостью под воздействием динамических нагрузок, а также высокой долговечностью за счет химической стойкости. Все это достигается благодаря тщательному подбору состава бетона на микроуровне. Особенность рецептуры УВБ заключается в том, что в нем содержится порядка 25% аморфного микрокремнезема. По этой причине решающее значение оказывает скорость протекания пуццолановых реакций [3].

В данной статье приведены результаты эксперимента, в котором образцы ультра-высокофункционального бетона в 28-суточном подвергаются дополнительной тепловой обработке при температуре 250°C для интенсификации пуццолановых реакций с целью повышения прочности конечных изделий.

Для приготовления используются коммерчески доступные материалы: портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н, аморфный микрокремнезем, кварцевая мука, фракционированный карьерный песок с крупностью частиц от 150 мкм до 630 мкм. Пластификатор - MasterPolyHeed 3043. Фибра - ФСВ ЛВ $l = 15$ мм, $b = 0,3$ мм. Соотношения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Соотношение компонентов на 1 м³

ЦЕМ I 42,5 Н	Песок	Мк	Кварцевая мука	Вода	Пласти- фикатор	фибра
1	1,1	0,25	0,25	0,23	0,03	2%*

*дозировка стальной фибры – 2% по объему

Испытание образцов на физико-механические характеристики проводится на образцах-балочках с размерами 40 мм x 40 мм x 160 мм. В испытаниях участвуют две серии образцов: твердевшие в течение 28 суток при нормальных условиях, и такие же, но подверженные тепловой обработке в течение 8 часов при температуре 250°C в сушильном шкафу без создания влажных условий. Результаты испытаний приведены на рисунках 1 и 2.

Проведенный эксперимент показал, что после интенсивной тепловой обработки при 250°C удалось увеличить предел прочности при сжатии и изгибе на 20% и 22% соответственно. Это связано с тем, что при повышении температуры значительно ускоряются пуццолановые реакции, происходит укрепление контактной зоны между заполнителем и цементной матрицей.

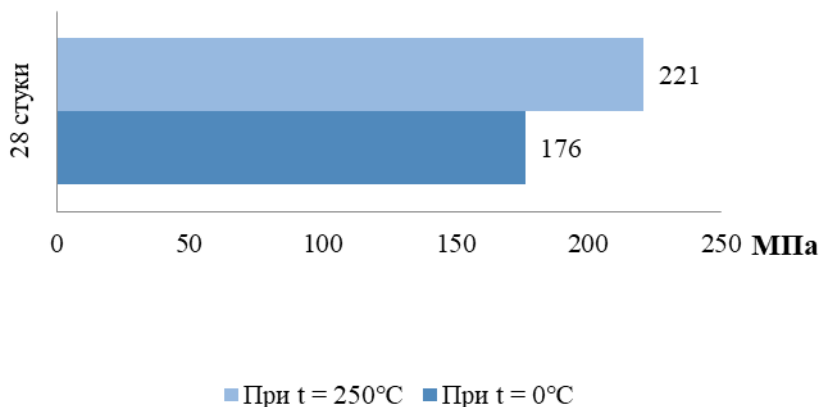


Рис. 1. Предел прочности при сжатии

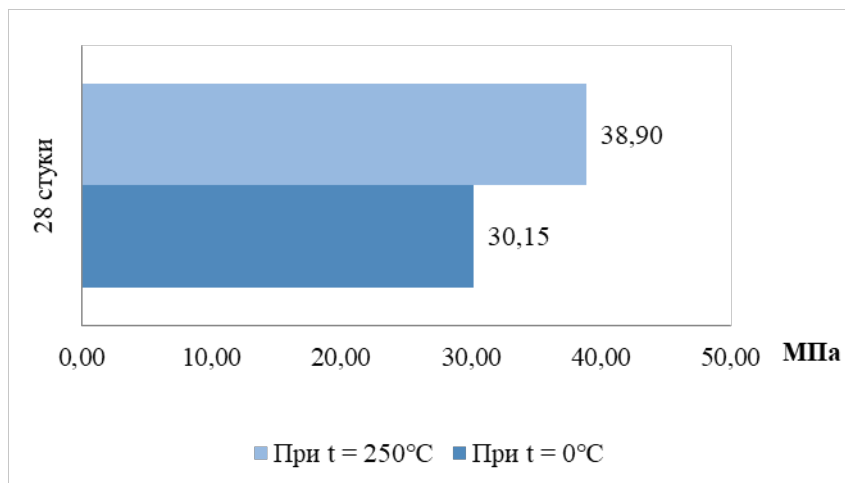


Рис. 2. Предел прочности при изгибе

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ahlborn T.M.* Durability and strength characterization of ultra-high performance concrete under variable curing regimes/ Т.М. Ahlborn, [и др.]// Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board – 2011. – 2251(1), - С. 68-75.
2. *Rossi P.* Bending and compressive behaviors of a new cement composite/ P.Rossi [и др.]// Cement and Concrete Research – 2005. – 31, С 27-33.
3. *Zanni H.* Investigation of hydration and pozzolanic reaction in Reactive Powder Concrete (RPC) using 29Si NMR/ H. Zanni, [и др.]// Cement and Concrete Research, - 1995. - 26(1), - С. 93–100.
4. *Parameshwar N.* Effect of different curing regimes and durations on early strength/ Parameshwar N. Hiremath, Subhash C. Yaragal// Construction and Building Materials – 2017. – 154, - С. 72-87.
5. *Dorf V.* Pozzolanic effect at high temperatures of high strength cement-sand matrix of steel-fiber concrete/ V. Dorf, [и др.]// Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers, 2017, no. 2 (61), pp. 178–183.

Студент магистратуры 2 года обучения 31 группы ИСА Землянко А.С.

Научный руководитель – проф., док. техн. наук, проф. В.Н. Соков

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ КРИОГЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Оборудование, выдерживающее криогенные температуры, достигающие точки кипения жидкого воздуха (около -180°C), востребовано сегодня у производителей технических газов и необходимо различным отраслям промышленности. Данные установки должны соответствовать повышенным требованиям безопасности, в том числе и его теплоизоляция.

К техническим газам можно отнести кислород, азот, и аргон. Их получают с использованием технологии разделения криогенных газов, благодаря чему воздух конденсируется и превращается в жидкость. Применяются они чаще всего в металлургии, пищевой промышленности.

Так как все техническое оснащение предполагает работу с достаточно опасными, находящимися под давлением газами, способными спровоцировать воспламенение или даже взрыв, требования к воздуходелительному оборудованию и его монтажу очень жесткие. Они изложены в ГОСТ Р 54892-2012 «Монтаж установок разделения воздуха и другого криогенного оборудования».



Рис.1. Воздухоразделительные криогенные установки

Применение горючих материалов ограничено не только в составе оборудования, но и вообще в цехах, где оно находится, и даже на прилегающей территории, где не используется даже асфальтовое покрытие, содержащее в себе битум. Вместо него организуют засыпку из гравия.

В связи с этим огромное значение приобретает качественная теплоизоляция. В роли изоляционных материалов в составе установок по разделению воздуха, как правило, применяется пеностекло, перлит, каменная вата. Все эти материалы являются негорючими, они не

становятся хрупкими в низкотемпературной среде, однако у каждого из них есть свои особенности:

- **Пеностекло** жесткий и хрупкий материал, который применяется на различных линейных участках (трубы) или плоских поверхностях. Требуется герметизация стыков специальными средствами. Дорого и сложен в монтаже.
- **Перлит** недорог, активно применяется при засыпке полостей, большого объема, которые не требуют регулярного обслуживания. Однако при замене перлитовой засыпки образуется много пыли, которая нарушает требования к чистоте.
- **Каменная вата** поставляется в гранулированном (неформованном виде), где она засыпается в полости.

Одна из областей применения теплоизоляции – это криогенные камеры. Представляют собой сосуды (под давлением), которые удерживают газ или жидкость при очень низкой температуре. Отличительной особенностью криогенных камер является конструкция с двойными стенками, которая позволяет устанавливать изоляцию между внутренней и внешней стенками. Криогенная камера герметизируется после монтажа изоляции, не контактируя, например, с водой, снегом, пылью и загрязнителями.



Рис. 2 Камера для криогенной обработки

Выбор изоляционного материала для криогенного оборудования зависит от множества параметров, включая требования стандартов, рабочую температуру и доступность установки. Как вариант, волокна каменной ваты (например, *ProRox GR 903*) могут быть установлены в сосуд и имеют длительный срок службы. Материал легко может быть извлечен из аппарата для осуществления инспекционного контроля его состояния. Форма материала в виде гранулированного (засыпного) волокна обусловлена не только особенностями монтажа, но и необходимостью минимизации органических веществ, например, связующего. В отличие от других засыпок, при работе с *ProRox GR 903* не наблюдается пыления, при этом содержание замасливателей не превышает 0,2% по массе.

В соответствии с европейским стандартом *AGI Q118* в полых пространствах оборудования или установки не должно быть воды, других жидкостей и загрязнений. Все заливочные отверстия (и не заполняющие отверстия) должны быть загерметизированы. Гранулированная каменная вата должна быть смонтирована методом задувания или уплотнения вручную равномерными слоями.

При необходимости, гранулят может быть утрамбован для достижения необходимой плотности. Чтобы избежать повреждения установки, рекомендуется вручную заполнить определенные части установки. Официальное требование по стандарту *AGI Q118* составляет от 160 до 200 кг/м³. Пошагово монтаж осуществляется следующим образом:

1. Прежде чем начинать заполнять криогенную камеру, установку продувают воздухом. Это позволяет определить места возможных негерметичных участков корпуса.
2. После равномерно заполняют слоем гранулята толщиной от 300 до 400 мм. Его трамбуют до плотности 160-200 кг/м³.

Примечание: из-за оседания гранулята или изменения формы криогенной камеры, процедура заполнения необходимо будет повторить.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алимов Л.А., Воронин В.В., Ларсен О.А.* Оценка влияния компонентов бетона на формирование его структуры и свойств // Техника и технология силикатов. 2020. № Том 27, № 1. С. 20-25.
2. *Воронин В. В., Коровяков В. Ф., Ларсен О. А., Гальцева Н. А.* Оценка трещиностойкости бетонов // Бюллетень строительной техники. 2018. N 9. С. 55-56.
3. *Еремеев В.Е.* Опыт применения тепловой изоляции из пористой резины для систем криогеники / *В.Е. Еремеев* // Трубопроводный транспорт: теория и практика. – 2016. - №5. – с. 5-11.
4. *Корсаков Е.С.* Пеностекло как эффективный теплоизоляционный материал для низкотемпературных объектов / *Е.С. Корсаков, А.В. Шугаев, В. Н. Корниенко* // Холодильная техника. – 2013. - №5. – с. 50-53.
5. *Стрельникова К.А.* Современные технологии в строительной индустрии / *К.А. Стрельникова, С.А. Потапов, Д.А. Пешкова* // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. – 2013. - №3. – с.250-256.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕКЛОБОЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

С каждым годом вопрос экологии и сохранения ресурсов планеты становится все важнее и насущнее. В строительной сфере одним из решений этой задачи является применение вторсырья при производстве различных строительных материалов. Вторсырье в основном получают из отходов, которые только в России составляют около 63 млн тонн в год, 8% из которых занимают именно отходы из стекла.

Рассмотрим возможности использования переработанного стекла [1, 2].

1. Стекловата. Утеплитель; крупнейшим производителем является фирма Saint-Gobain Finland Oy. От общего сырья переработанное стекло составляет 60-80%. Подобный метод производства уменьшает энергопотребление, а качество материала при этом не снижается. Основной проблемой является наличие стекол разного цвета (что означает разное содержание основных оксидов и, соответственно, различия в свойствах и химических реакциях), а также содержание тугоплавких добавок в сырье (типа фарфора, хрусталя, т.д.).

2. Пеностекло и крупный заполнитель для бетонов. Используется в качестве теплоизоляционного материала или гранулируется и применяется в качестве заполнителя для бетонов. Главными минусами является наличие сероводорода в замкнутых ячейках пеностекла из сульфатосодержащих стекол, который может быть высвобожден при распиливании материала. Применение гранул в бетон ограничивается 30%, т.к. при этих значениях прочность на сжатие и изгиб повышаются, а кремне-щелочная реакция не протекает.

3. Мелкий заполнитель для бетонов. Используют стеклобой, измельченный до размеров частиц 0,3 мм, чтобы уменьшить скорость протекания щелочно-силикатной реакции. Добавляют в среднем до 50% вторсырья, при этом показатели прочности не меняются, а модуль подвижности увеличивается.

4. Заполнитель для асфальтов. Наличие стекла увеличивает сцепление с покрышками. Также частицы стекла выступают в роли светодиодов. Используют до 15% и более при условии применения anti-stripping additive.

5. Цементирующее вещество в бетонах. Стеклобой может заменять до 40% вяжущего вещества без изменений в основных свойствах материала.

6. Фибра для легких бетонов. Применяется с добавлением полипропиленовой фибры и позволяет достичь плотности бетона менее 800 кг/м³.

Основными плюсами вторичного использования стеклобоя [1, 4, 5] являются: уменьшение использования природных ресурсов; снижение объема вредных выбросов; отсутствие неперерабатываемых отходов (или их значительная минимизация); экономия земель для хранения отходов. Недостатком является протекание щелочно-силикатной реакции при добавлении переработанного стекла в состав бетонов. Продукты реакции способствуют набуханию, давление на частицу растет и образуются микротрещины. На данный момент в России существует всего несколько заводов, перерабатывающих стекло [3]: Российская стекольная компания «РСК» (Санкт Петербург, Ярославль, Самара, Краснодар, Нижний Новгород); «Утилита» (Новомосковск).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Mohajerani, A., Vajna, J., Cheung, T. H. H., Kurmus, H., Arulrajah, A., & Horpibulsuk, S.* Practical recycling applications of crushed waste glass in construction materials: A review. *Construction and Building Materials*, 156, 443–467. 2017.
2. Сайт ISOVER Saint-Gobain [Электронный ресурс]. – Вторичное использование стекла. – Режим доступа: <https://www.isover.ee/ru/vtorichnoe-ispolzovanie-stekla>, свободный.
3. *Zhang, B., He, P., & Poon, C. S.* Optimizing the use of recycled glass materials in alkali activated cement (AAC) based mortars. *Journal of Cleaner Production*, 255, 120228. 2020.
4. Международная выставка стеклопродукции, технологий и оборудования для изготовления и обработки стекла «Мир Стекла-2020» [Электронный ресурс]. – Статья «Заводы по переработке стекла в России». – Режим доступа: <https://www.mirstekla-expo.ru/ru/article-about-glass/zavody-po-pererabotke-stekla-v-rossii/>, свободный.
5. Международная выставка стеклопродукции, технологий и оборудования для изготовления и обработки стекла «Мир Стекла-2020» [Электронный ресурс]. – Статья «Переработка стекла и стекольной

продукции». 2016. – Режим доступа: <https://www.mirstekla-expo.ru/ru/article-about-glass/2016/pererabotka-stekla-i-stekolnoj-produkcii/>, свободный.

*Студент магистрантуры 2 курса обучения 31 группы ИСА Нгуен Зоан
Тунг Лам*

Студент 4 курса 31 группы ИСА Мелихов Д.О.

Студент 4 курса 31 группы ИСА Гафаров Р. М.

Научный руководитель – проф., док. техн. наук, проф. Самченко С. В.

ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ БЕТОНА В МОРСКОЙ СРЕДЕ ВЬЕТНАМА

В истории Вьетнама Южно-Китайское море всегда имело не малое значение и по-прежнему представляет значительную долю государства, потому что длительность прибрежной полосы с севера на юг составляет приблизительно 3260 километров и в нее входят свыше 3000 островов и архипелагов, в том числе большие, в том числе Парацельс и Спратли.

Поэтому вопросы повышения надежности и долговечности гидротехнических сооружений являются весьма актуальными, и приобретают важное социально-экономическое значение для Вьетнама. Опыт, приобретённый в течение продолжительного времени, демонстрирует, что большая часть гидротехнических сооружений из железобетона после 3 ÷ 5 лет службы приобретают изъяны, которые спровоцированы коррозионными процессами, происходящими в агрессивной морской воде [1].

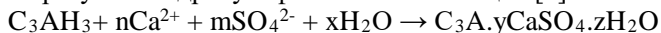
Принимая во внимание текущий рост масштабов строительных работ в прибрежных районах Вьетнама, наблюдается рост потребность в качестве. При проектировании конструкции необходимо учитывать состав агрессивной среды, условия эксплуатации конструкции, выбирать правильные материалы и назначать плотность бетона, чтобы обеспечить указанную долговечность конструкции, чтобы гарантировать проектный срок службы построенной морской инфраструктуры.

Проблемы по увеличению долговечности и коррозионной стойкости также важны и для бетона, применяемого при строительстве и ремонте тоннелей метрополитена и других подземных сооружений, и, как правило, при прямом контакте с подземными водами, содержащими кислотные анионы (Cl^- , SO_4^{2-} и др.), агрессивные к стальной арматуре [2].

В морской воде с содержанием соли 33 ÷ 35 г/л концентрация ионов SO_4^{2-} составляет 2500 ÷ 2700 мг/л, что вызвано, как и в пресной воде, растворением сернокислых соединений Ca, Na, K и Mg, но в гораздо больших количествах и с большей составляющей солей магния [3].

Бетон в соленой воде может подвергаться коррозии из-за следующих факторов:

1. Цементный клинкер содержит $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ (C_3A), который при гидратации связующего становится гидросульфалоюминатом кальция: $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (C_3AH_3). Когда морская вода поступает в бетонную структуру образуется гидросульфалоюминат кальция [4]:



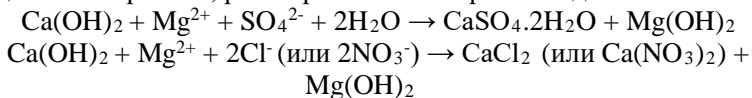
Полученные гидросульфалоюминаты кальция имеют несколько модификаций:

- трёхсульфатную форму (эттрингит) $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaSO}_4\cdot(30 \div 32)\text{H}_2\text{O}$;

- моноссульфатную форму $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaSO}_4\cdot(8 \div 12)\text{H}_2\text{O}$.

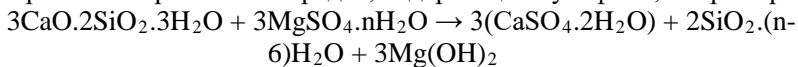
Кристаллы гидросульфалоюминатов кальция плохо растворимы и имеют большой молярный объём (особенно эттрингит, содержащий 30÷32 химически связанные молекулы воды), что приводит к увеличению объёма твёрдой фазы в 1,63 ÷ 2,27 раза [2, 3]. Из-за чего, аккумулируясь в порах и капиллярах бетона, они вызывают значительные напряжения, приводящих к появлению трещин и дальнейшей потере несущей способности конструкции. Разрушение конструкции в этом случае происходит из-за недостаточного прочностии бетона.

2. В результате гидратации цементного клинкера C_3S и C_2S образуется свободный $\text{Ca}(\text{OH})_2$, который реагирует с сульфатами, хлоридами и нитратами, растворенными в морской воде:



Продукты этих реакций в морской воде подвержены растворению и выщелачиванию из бетонных конструкций [2, 3, 4].

3. Продукты гидратации силикатов кальция (CSH) способны растворяться в агрессивных средах, содержащих сульфаты, например:



Из вышеизложенного следует, что главные методы по предотвращению коррозии в бетонных конструкциях, эксплуатируемых в агрессивной морской среде, относятся:

1. Подбор цемента в зависимости от условий эксплуатации конструкции и степени агрессивности среды с целью уменьшения содержания гидратированных новообразований в бетоне, в частности восприимчивых к процессам коррозии (C_3A , C_3S и $\text{Ca}(\text{OH})_2$).

2. Применение добавок, совершенствующих физико - технические особенности бетонов (ингибирующие, пластифицирующие,

контролирующие рН, снижающие трещиностойкость железобетона, уменьшающие наклонность к коррозионному растрескиванию и т. п.).

3. Увеличение плотности бетона с целью уменьшения его капиллярной пористости различными способами, в том числе с использованием малых В/Ц и повышающих объемную массу добавок [5].

4. Применение многокомпонентных бетонов на основе «доброкачественных» бетонных смесей, дающих возможность получить бетоны с пределом прочности при сжатии в пределах от 0,3 до 150 МПа, плотностью от 200 до 2800 кг/м³ и имеющие различные специальные свойства, требуемые в соответствии с их сферой применения.

5. Технологические мероприятия, увеличивающие качество бетона и железобетона.

Если эти средства не могут обеспечить защиту, нужно прекратить доступ воды на поверхность бетона, то есть применить защиту поверхности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *1.Nguyễn Hữu Đầu, BS 6349. Part 1. Công trình biển. Các tiêu chí chung chỉ dẫn qui hoạch thiết kế thi công, nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội, 2008, 267 tr. (Huyền Хыу Дау, BS 6349. Часть 1. Сооружения на море. Общие критерии планирования и строительного проектирования. Изд. «Строительство». Ханой, 2008, 267 с.)*
3. *Баженов Ю.М. Технология бетона //Изд. АСВ. М., 2011, 528 с.*
4. *Степанова В.Ф. Долговечность бетона. М., 2014, 126 с.*
5. *Ферронская А.В. Долговечность конструкций из бетона и железобетона //Изд. АСВ. М., 2006, 335 с.*
6. *Баженов Ю.М. Современная технология бетона // Совместный Международный научный симпозиум «Научные достижения в исследованиях новых современных строительных материалов». Ханой, 2006. С. 12-18.*

СОВРЕМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ВОЛОКОН В ЦЕМЕНТНЫХ КОМПАЗИТАХ

В современном мире темпы строительства постоянно растут, следовательно, возникает потребность в новых материалах, которые можно использовать не только как конструкционный материал, но и как теплоизоляционный материал, а также как отделочная продукция. Таким материалом является композиционное изделие с использованием древесных волокон.

Древесное волокно является одним из наиболее широко известных натурально-органических волокон, используемых в текстильной промышленности, которые характеризуются низкой плотностью и стоимостью, хорошими механическими свойствами, отличными дисперсионными и термическими свойствами, высокой коррозионной стойкостью и термостойкостью. Древесные волокна получают из отходов лесопиления, лесозаготовок, деревообработки [5]. Использование древесных волокон позволяет решить сразу две проблемы в современном мире: вторичное использование ресурсов, а значит значительное снижение негативного воздействия на окружающую среду, и снижение стоимости материала по сравнению с аналогами при улучшении определенных механических свойств [1].

Автоклавный газобетон (ААС) получают из смеси кварцевого порошка (или летучей золы) и цемента, извести и гипса, древесного волокна на основе сосны, воды и небольшого количества алюминиевого порошка под давлением пара. Как пористый изоляционный материал с превосходными конструктивными характеристиками и тепловыми свойствами, ААС широко используется в кирпичной кладке. ААС можно также рассматривать как экологически чистый материал, поскольку он имеет низкое энергопотребление и расход материала, и может иметь более блестящие перспективы для дальнейшего применения.

Установлено [2, 3], что при увеличении содержания древесного волокна текучесть и высота массива газобетона уменьшались. На степень усадки влияли такие характеристики волокон, как

шероховатость поверхности, форма, дисперсность. Оказывают влияние и добавки на процесс вспенивания. Наряду с увеличением содержания волокна, насыпной плотности волокна - теплопроводность образцов увеличилась, а пористость уменьшилась. Цементно-стружечные древесные композиты (CBWCS) имеют потенциал для обеспечения широкого спектра продуктов в строительной индустрии. В течение последних двух десятилетий применение древесных материалов набирает обороты, и древесные материалы применяются для улучшения свойств строительных материалов. CBWC состоит из прядей, частиц или волокон древесины, смешанных с портландцементом и небольшим количеством добавок.

Древесина является наполнителем и усиливающим агентом. Цемент является связующим веществом, вода является реагентом, а добавки являются катализаторами. В производстве CBWCS использовалось большое разнообразие пород древесины, только некоторые из них классифицируются как низко ингибирующие.

Таким образом можно сделать общий вывод: использование древесных волокон положительно влияют физико-механические свойства материала. Также композиционные материалы на основе древесных волокон зарекомендовали себя как хорошие теплоизоляционные материалы, которые не только сохраняют тепло, но и облегчают вес здания. Материалы на основе древесного сырья не выделяют вредных веществ и позволяют комфортно находиться в помещении. Композиционные материалы с использованием древесных волокон морозостойки и способны выдерживать перепады температур [4, 5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сафин Р.Г., Степанов В.В., Хайруллина Э.Р., Гайнуллина А.А., Степанова Т.О. Современные строительные композиционные материалы на основе древесных волокон // Вестник технологического университета. 2015. Т. 18. №6. С. 139-142.
2. Xua R., Hea T., Daa Y., Liub Y., Lib J., Chena Ch.. Utilizing wood fiber produced with wood waste to reinforce autoclaved aerated concrete // Construction and Building Materials. 2019. Vol. 208.. Pp. 242-249.
3. Ashori Al., Tabarsa T., Sepahvand S. Cement-bonded composite boards made from poplar strands // Construction and Building Materials. 2012. Vol. 26. Pp. 131–134.
4. Печенкин А.Ю., Карцев И.И., Колтунов А.С., Куценко О.И. Исследование свойств строительных материалов на основе древесных

волокон // Современные материалы, техника и технологии. 2016. № 5 (8). С. 147-152.

5. *Е.Н. Серов, Р.Б. Орлович, М. Лангею Современные тенденции использования древесных материалов в зарубежном строительстве // Лесной журнал. 2005. № 1-2. С. 66-72.*

Студент 3 курса 31 группы ИСА Куликов А.А.

Студент 3 курса 31 группы ИСА Ктоян М.В.

*Научные руководители – доц., канд. техн. наук, доц. О.А. Ларсен,
проф., доктор тех. наук С.В. Самченко*

ВЛИЯНИЕ ВИДА И СОСТАВА БЕТОНА, УСЛОВИЙ ТВЕРДЕНИЯ НА АУТОГЕННУЮ УСАДКУ БЕТОНА

Во время схватывания и твердения нашего изделия из бетонной смеси, мы так или иначе сталкиваемся с понятием усадки, то есть с произвольным изменением объема, обусловленным различными физико-химическими процессами по удалению влаги. В этой статье мы рассмотрим одну из нескольких типов усадок, а именно: аутогенную.

Аутогенная усадка является следствием химической усадки и характеризуется самовысушиванием внутренней структуры материала, вследствие недостатка воды при затворении и невозможности поступления влаги из окружающей среды.

Процесс гидратации, вследствие которого можно наблюдать аутогенную усадку происходит следующим образом: при первоначальном схватывании после затворения водой образуется гидратированный цемент, занимающий лишь небольшую долю от общего объема. Оставшаяся часть – это капилляры, заполненные водой и цемент, не вступивший в реакцию. На данном этапе все сокращения структуры происходят из-за химической усадки[1]. Именно с этой стадии и далее образуется жесткая микроструктура скелета, которая сдерживает сокращение из-за продолжающейся химической усадки, приводящей к образованию пустот. По мере протекания гидратации объем твердых продуктов и гелеобразной воды увеличивается за счет не гидратированного цемента и капиллярной воды. В герметичной системе капиллярные поры могут быть пустыми или заполненными водой в зависимости от исходного соотношения вода / связующее. По мере того как вода расходуется на гидратацию, поры опустошаются, а внутренняя относительная влажность уменьшается, вызывая увеличение кривизны менисков, а высокое поверхностное натяжение вызывает растрескивание на стенках капиллярных пор и твердых гидратов, вызывая тем самым избыточное давление на затвердевший цемент. Чем ниже соотношение вода / цемент, тем меньше пористость и диаметр пор и тем больше кривизна менисков; следовательно, капиллярное натяжение и вызванное сжатие на C-S-H увеличиваются.

Аутогенная усадка имеет различный характер действия в зависимости от типа бетона. Так, для бетона нормальной прочности она очень мала и имеет тенденцию увеличиваться при высоких температурах, с более высоким содержанием цемента. В случае же с высокопрочным бетоном необходимо регулирование влияния аутогенной усадки, так как действие данного фактора может критично сказаться на качестве конечного изделия.

В настоящее время активно проводятся испытания на тему влияния различных факторов на процесс развития аутогенной усадки в цементном камне. Было выяснено, что на интенсивность усадки наибольшее влияние оказывает повышение температуры окружающей среды и снижение водоцементного соотношения. Также не последнюю роль играет фазовый состав клинкера. В ходе испытаний было доказано, что при высоком содержании C_3A и C_4AF получаются более высокие показатели аутогенной усадки [2] в то время как при повышенном содержании C_2S (Белит), показатели усадки гораздо меньше.

Особое влияние также оказывают различные типы химических добавок. Например, расширяющая добавка на основе сульфоната кальция лучше противостоит усадке, чем добавки с содержанием сульфоалюмината кальция [3], благодаря снижению поверхностного натяжения поровой жидкости, приводящей к меньшему эффекту самоосушения структуры из-за более низкого падения относительной влажности пор. Также очень часто применяют сверхадсорбирующие полимеры, способные поглощать и удерживать в себе влагу. Подобные добавки снижают показатели аутогенной усадки на 25%, но при этом способствуют более медленному набору прочности.

Нередко цемент частично заменяют минеральными добавками, ограничивающими аутогенную усадку, фактически затвердевшего цементного теста. Однако стоит учитывать их тонкость помола. Его увеличение приводит к раннему проявлению усадки. На рис. 2 показано влияние минеральных добавок на процесс появления усадки. Исходя из него, можно сделать вывод, что наиболее эффективной добавкой является метакраолин, а наименее – шлак [4].

Методы определения химической усадки и аутогенной усадки были описаны Японским институтом бетона. Точное измерение аутогенной усадки с самого раннего возраста в течение первых 24 часа [5].

Усадка растворов измерялась сразу после заливки по методу, в котором использовались тензометрические датчики встроенного типа. Цемент, воду, песок и суперпластификатор взвешивали, упаковывали и хранили в помещении с контролируемой средой при постоянной температуре до времени отливки.

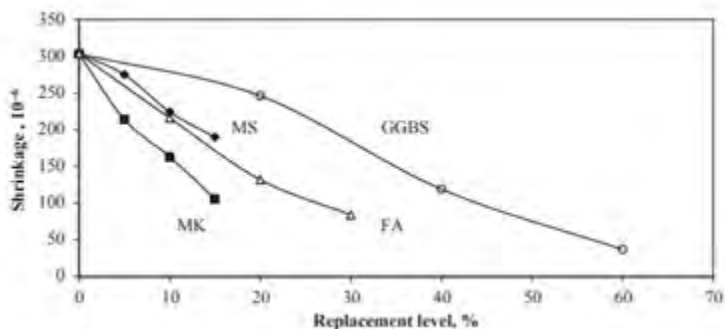


Рис. 2. Влияние минеральных добавок на усадку

Для приготовления образцов использовались цилиндрические формы и тефлоновые листы толщиной 1 мм помещенные между формой и образцом, чтобы позволить образцу свободно сжиматься и расширяться. Смешанный раствор отливали в готовую форму и далее все образцы хранили в помещении с контролируемой средой при постоянной температуре 20 ° С. Сразу же после перемешивания, изменения деформации и температуры непрерывно измеряли и регистрировали с 2-минутными интервалами. Проверка достоверности измерений показала высокую точность этого метода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Tazawa E.* Autogenous shrinkage of concrete. In: Tazawa E, editor. Proceedings of international workshop shrinkage of concrete, Hiroshima. E & F. N. Spon; 1998. 411 pp.
2. Japan Concrete Institute. Technical committee on autogenous shrinkage of concrete. In: Tazawa E, editor. Proceedings of international workshop, Hiroshima, Part 1. E & F. N. Spon; 1998. 1-63 pp.
3. *Megat Johari, MA.* Deformation of high strength concrete containing mineral admixtures [Ph.D. thesis]. School of Civil Engineering, University of Leeds; 2000, 296 pp.
4. *Soliman A, Nehdi M.* Early-age shrinkage of ultra-high-performance concrete under drying/wetting cycles and submerged conditions. ACI Mater J 2012;109(2):131e40.
5. Japan Concrete Institute. Technical committee on autogenous shrinkage of concrete. In: Tazawa E, editor. Proceedings of international workshop, Hiroshima, Part 1. E & F. N. Spon; 1998. 1-63 pp.

Студентка 4 курса 31 группы ИСА Лукьянова-Мелешкевич А.Г.

Студентка 4 курса 31 группы ИСА Емельянова Е.А.

Научный руководитель – аспирант Л.И. Ефишов

ПОДБОР СОСТАВА УЛЬТРАВЫСОКОФУНКЦИОНАЛЬНОГО БЕТОНА НА МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Ультравысокофункциональный бетон (ultra-high performance concrete) является передовым материалом, получивший наибольшее распространение при сооружении транспортной инфраструктуры. Это подтверждается наличием большего количества объектов, построенных в последние двадцать лет в США, Европе и Азии [1]. Особенности данного типа бетона заключаются в том, что он объединяет в себе свойства самоуплотнения (self-compacting), фибрового армирования (fiber reinforced) и высокой долговечности (high-performance). Это достигается путем повышения плотности бетонной матрицы за счет оптимизации гранулометрического состава исходных компонентов и низкого В/В = 0,16 ... 0,24 [2]. Введение стальной фибры в объемной концентрации до 5% [3] позволяет повысить трещиностойкость, ударную вязкость и предел прочности на разрыв.

Для приготовления используются коммерчески доступные материалы: портландцемент 500-Д0-Н АО "Теплоозерскцемент", микрокремнезем МКУ-85, кварцевая мука Silverbond EW20, фракционированный карьерный песок с крупностью частиц от 150 мкм до 630 мкм. Пластификатор - MasterPolyHeed 3043. Фибра - ФСВ ЛВ 1 = 15 мм, b = 0,3 мм.

Таблица 1

Расход компонентов на 1 м³ бетона

Наименование	Расход на 1 м ³
ПЦ 500-Д0-Н	820
Кварцевый песок	902
МКУ-85	205
Silverbond EW20	197
Вода	205
MasterPolyHeed 3043	25
ФСВ ЛВ 15/0,3	154

Для приготовления образцов используется последовательность приготовления, приведенная в таблице 2.

Последовательность приготовления состава

Этап	Описание	Время	Скорость
Сухое перемешивание	Мк + Песок + Кварцевая мука	3 мин.	140 об/мин
Мокрое перемешивание	Сухая смесь постепенно добавляется в 70% всей воды затворения с пластификатором	2 мин.	140 об/мин
Добавление цемента	Вместе с оставшейся водой постепенно добавляется навеска цемента	1,5 мин.	140 об/мин
Интенсивное перемешивание		1 мин.	280 об/мин
Добавление стальной фибры	Постепенное добавление фибры	1,5 мин.	140 об/мин
	Итого:	9 мин.	

После приготовления образцы укладываются в формы для изготовления образцов балочек 40 мм х 40 мм х 160 мм для испытания на физико-механические характеристики в соответствии с ГОСТ 30744-2001. «Цементы. Методы испытаний с использованием полифракционного песка». Образцы выдерживаются 28 суток в шкафу нормального твердения. Для определения прочности матрицы ультра-высокофункционального бетона используются образцы без стальной фибры.

Показатели прочности

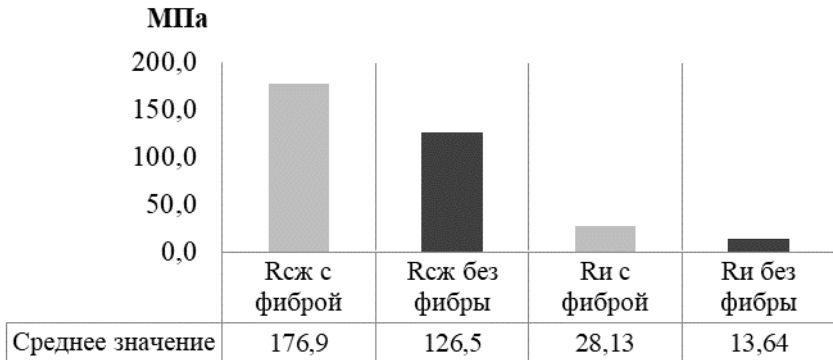


Рис. 1. Результаты испытаний на 28 сутки твердения

В ходе работ подобраны исходные компоненты, рецептура состава бетона, определен наиболее подходящий способ приготовления образцов, с учетом лабораторного оборудования. Предел прочности полученных образцов составил 176,9 МПа на сжатие и 28,13 МПа на изгиб, что позволяет отнести его к классу ультра-высокофункциональных бетонов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *N. Azmee*. Ultra-high performance concrete: From fundamental to applications/*N. Azmee, N. Shafiq* // *Case Studies in Construction Materials* - 2018. – 9 (e00197), - С. 1-14.
2. *Caijun Shi*. A review on Ultra-high performance concrete: Part I. Raw materials and mixture design/ *Caijun Shi, [и др.]*// *Construction and Building Materials* – 2015. – 101, - С. 741-751.
3. *Su-Tae Kang*. Tensile fracture properties of an Ultra High Performance Fiber Reinforced Concrete (UHPC) with steel fiber/ *Su-Tae Kang [и др.]*// *Composite Structures* – 2010. – 92(1) – С. 61-71
4. *V. Matte*. Durability of Reactive Powder Composites: influence of silica fume on the leaching properties of very low water/binder pastes/ *V. Matte, M. Moran-ville*// *Cement and composites* – 1999. – 21. – С 1-9.
5. *M. Reda*. Microstructural investigation of innovative UHPC/ *Reda, M. ., Shrive, N. ., & Gillott, J.*//*Cement and Concrete Research*, - 1999. - 29(3), - С. 323–329.

ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ГИПСОКАРТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Отходы гипса являются большой долей всех отходов строительной отрасли и отходов сноса зданий, которые загрязняют воду и почву, также негативное воздействие на окружающую среду оказывают такие аспекты, как энергопотребление при его производстве и высокая выработка отходов гипсовых материалов. Переработка является альтернативой, которая применяется для минимизации негативного воздействия и снижения экономических затрат [1, 2].

Гипс широко используется в производстве шпатлёвочных и штукатурных составов, а также в производстве строительных материалов, таких как гипсокартон, ГВЛ, стеновые блоки и пазогребневые плиты.

Некоторые строительные компании уже занимаются переработкой гипсовых отходов, используя специальное оборудование. В пластинчатый питатель загружают отходы гипса. Он передаёт сырьё в измельчитель посредством ленточного конвейера. После него отходы поступают в молотковую мельницу по второму ленточному питателю. От неё посредством шнека материал направляется на колосниковый грохот для отсеивания бумаги, которая могла попасть в общую массу гипсовых отходов. Также в линии присутствует пылесосадытельная система, представленная струйным фильтром и пылесборником.

Гипсовые отходы могут быть переработаны с помощью нового цикла прокаливания и регидратации. Материалами, использованными в этой работе, были коммерческие гипсовые штукатурные составы и отходы гипса, которые собирались со строительных площадок.

Отходы гипса были обработаны при температуре 100 °С, 150 °С и 200° С в течение 24 часов. Каждый второй образец был оценен с добавлением суперпластификатора.

Шестнадцать смесей были исследованы путем изменения температуры тепловой обработки, В/Г отношения и с использованием или без использования суперпластификатора.

Время схватывания определялось прибором Вика. После определения начала и конца схватывания была рассчитана разница между ними – период жизнеспособности материала. Этот параметр используется для определения времени нанесения гипсовой штукатурки на стены или для изготовления гипсовых изделий в заводских условиях.

Кубические образцы (50 мм x 50 мм x 50 мм) были отлиты для оценки механических свойств. Твердость определялась на боковых поверхностях образцов, подвергнутых испытаниям на сжатие. Механические свойства были определены в возрасте 14 дней.

Результаты показали, что на свойства переработанного гипса влияет температура тепловой обработки, В/Г отношение и использование или отсутствие добавки суперпластификатора. Использование добавки ускоряет время схватывания для коммерческой штукатурки с более низким отношением В/Г. При увеличении отношения В/Г время схватывания значительно увеличивается, что и ожидалось. Большинство смесей с хорошим временем схватывания не были образцами с лучшей механической прочностью. Прочность на сжатие предсказуемо уменьшается с увеличением В/Г. Но в целом, обычно наблюдается увеличение значений прочности на сжатие переработанного гипса по сравнению с коммерческими гипсовыми штукатурными составами, хотя при переработке они имеют более крупные размеры зерна, чем коммерческий гипс [3]. Это может изменить кинетику реакции гидратации, влияя на прочность материала на сжатие. Но эти зерна могут также работать как точки зарождения, которые могут улучшить скорость реакции гидратации. Размер полученного гипсового кристалла отвечает за прочность затвердевшего материала [4].

Выяснено, что повышение температуры улучшает процесс дегидратации, а также эксплуатационные качества переработанного гипса.

Время схватывания существенно не изменилось с температурой или с использованием добавки. Разница между конечным и начальным временем схватывания была значительной только для нескольких смесей, и суперпластификатор не оказывал на них своего влияния.

Результаты механической прочности показали аналогичное поведение. Характеристики смесей по прочности на сжатие были аналогичны характеристикам по твердости: хорошая прочность на сжатие, хорошая твердость, кроме образцов, обработанных при 200° С [3].

Образцы переработанного гипса имели более высокую прочность на сжатие, чем эталонные. Добавка улучшила это свойство для переработанного гипса, полученного при 150 и 200 ° С. При температуре 100 ° С они имели те же характеристики, что и эталонные. Температура также влияла на результаты твердости. Переработанный гипс, полученный при 100 и 150° С, показал результаты лучше, чем эталонный. Образцы переработанного гипса при 200 °С не обладали хорошими показателями твердости [5].

Таким образом, если обратить внимание на образцы, обработанные при 150° С с добавлением суперпластификатора при В/Г=0,6 и 0,7, то можно заметить, что они имели большую прочность и твёрдость, чем эталон, очень быстро твердели, но в то же время обладали достаточными сроками схватывания, чтобы быть пригодными для изготовления в заводских условиях различных изделий, например, таких как пазогребневые плиты.

Образцы же, обработанные при 150° С с В/Г=0,7 без добавления суперпластификатора и образцы, обработанные при 200° С с В/Г=0,6 с и без добавки, а также с В/Г=0,7 без добавки имеют менее высокие показатели прочности и твёрдости, чем образцы, описанные выше, однако обладают временем жизнеспособности, равным или выше, чем эталонные, что позволяет сделать вывод, что они будут пригодны для использования в штукатурных и шпатлёвочных составах.

Результаты показали, что на свойства переработанного гипса влияет температура тепловой обработки, В/Г соотношение, а также добавление или отсутствие добавок. Следовательно, регулируя данные параметры, можно получать гипсовые изделия с необходимыми параметрами с пользой с экономической и экологической точек зрения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *E. Mulder, T.P.R de Jong, L. Feenstra*, Closed Cycle Construction: An Integrated Process for the Separation and Reuse of C&D waste, *Waste Management*, 27 (2007), 1408-1415.
2. *T. Esin, N. Cosgun*, A Study Conducted to Reduce Construction Waste Generation in Turkey, *Building and Environment*, 42 (2007), 1667-1674.
3. *P.S. Bardela, G. Camarini*, Recycled Plaster: Physical and Mechanical Properties, *Advanced Materials Research*. 374-377 (2012), 1307-1310.
4. *El Hajjouji, M. Murat*, Strength development and hydrate formation rate. Investigation of anhydrite binders, *Cement and Concrete Research*, 17 (1987), 814-820.
5. *M. Hunger, H.J.H Brouwers*, Flow analysis of water-powder mixtures: application to specific surface area and shape factor, *Cement & Concrete Composites*, 331 (2009), 39-59.

Студентка 3 курса 31 группы ИСА Паценко Е.Р.

Научные руководители – проф., доктор тех. наук С.В. Самченко; доц., канд. тех. наук, доц О.А. Ларсен; аспирант Юссеф Яра

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ БЕТОНОВ

Строительство гидротехнических сооружений – это возведение конструкций, используемых для водных ресурсов, а также для борьбы с разрушительным воздействием вод. Такими объектами могут быть дамбы, плотины и мосты.

Данное строительство невозможно без использования новейших и высококачественных материалов. Одним из самых прочных, надежных и долговечных веществ является бетон. Однако для проектирования гидротехнических сооружений нужен специальный материал, обеспечивающий длительную эксплуатацию конструкций, находящийся в воде, так как обычный бетон подвержен коррозии.

Таким материалом является гидротехнический бетон, который подразделяется на укатанный и литой бетон. Гидротехнический бетон – это разновидность тяжелого бетона, который применяется в гидротехническом строительстве. В зависимости от назначения гидротехнической бетон делится на три группы: бетон зоны переменного уровня вод; бетон надводной наружной зоны; бетон внутренней и подводной зоны. Кроме того, различают массивный и немассивный бетон и бетон напорных и безнапорных конструкций [1, 2].

В отличие от промышленных и гражданских сооружений, гидротехническому бетону приходится работать в более сложных условиях, так как кроме статической внешней нагрузки, он чаще всего подвергается воздействию фильтрации воды и переменного режима воздушно – влажной среды.

Основными свойствами гидротехнического бетона являются: прочность; морозостойкость; водонепроницаемость; устойчивость к воздействию агрессивной среды.

Прочность бетона определяют с помощью проведения испытаний на сжатие и изгиб в возрасте 180 суток, гидротехнический бетон также проверяют и на растяжение, для исключения появления трещин.

Морозостойкость связана с длительным нахождением гидротехнического бетона при низких температурах в воде и зависит от того, насколько сформировалась структура бетона под влиянием условий и продолжительности твердения в конструкции до момента

эксплуатации. Существует пять марок по морозостойкости: F50; F100; F150; F200; F300, также F400 при добавлении примесей в состав бетона. Каждая марка определяет число циклов замораживания и оттаивания в возрасте 28 суток.

По водонепроницаемости бетон делят на четыре марки: W2; W4; W6; W8, также имеется марка W12 при добавлении различных примесей. Самым эффективным путем снижения водопроницаемости является применение органических поверхностно – активных веществ и электролитов.

Свойства гидротехнического бетона изменчивы и зависят от ряда факторов, которые можно разделить на технологические и нетехнологические. К нетехнологическим факторам можно отнести: свойства цемента, например, активность и водопотребность; свойства добавок; свойства заполнителей.

При подборе компонентов для состава гидротехнического бетона, нужно учесть функции бетона, а также требуемые показатели по морозостойкости, водонепроницаемости и прочности. Свойства бетона обеспечиваются: выбором материалов; определением В/Ц; назначением расхода цемента; выбором коэффициента раздвижки α ; применением микронаполнителей; применением воздухововлекающих добавок.

Вяжущее вещество является главным компонентом, входящим в состав гидротехнического бетона. Цемент следует выбирать в зависимости от места расположения конструкции и агрессивности среды [3], чаще всего используют сульфатостойкий цемент. Также применяют обычный, пластифицированный, шлаковый и пуццолановый портландцемент. Например, гидрофобный или пластифицированный цемент применяют в суровом климате и в зоне с переменным воздействием грунтовых вод; в особо жестких условиях используют сульфатостойкий цемент; шлакопортландцемент и портландцемент применяют для надводных сооружений. Выбранный цемент по активности должен обеспечить прочность бетона, а также при наличии агрессивной среды его стойкость.

В целях сокращения расхода цемента и для регулирования морозостойкости и водопроницаемости в бетонную смесь вводят различные микронаполнители, например, золу-унос.

Одной из главных составляющих процесса приготовления бетонной смеси является добыча и обогащение заполнителей в условиях гидротехнического строительства. В качестве заполнителей следует выбирать материалы, которые обеспечат водостойкость и морозостойкость гидротехнического бетона, например, кварцевый песок, щебень из гравия и валунов, гальку или гравий. Также в связи с

развитием строительства больших плотин в различных точках земли разрабатываются условия использования реакционных заполнителей.

Содержание пылевидных и глинистых частиц в кварцевом песке в зоне переменных уровней вод и зоне высокоскоростных потоков, не должно превышать 2,0 % массы. Морозостойкость песка следует определять на фракции 1,25-5,0 мм [4].

Одним из важных факторов, влияющих на качество бетона, является крупность заполнителя. Анализируя крупность, можно выделить положительные и отрицательные стороны. Так, повысив крупность заполнителя, можно снизить водопотребность, расход цемента и тепловыделение, а с другой стороны, увеличение крупности приводит к расслаиваемости и неоднородности бетона. Поэтому разрешается применять щебень и гравий с зернами от 120 до 150 мм [5].

В качестве добавок для увеличения водостойкости применяют: пластификаторы в количестве 0,1 до 3,0 % по массе (сульфатно-дрожжевая бражка, суперпластификатор); компоненты, заполняющие поры или трещины (нитрат кальция); гидрофобные добавки (олеат натрия); уплотнители структуры (хлорное железо, нитрат кальция).

Для армирования железобетонных конструкций гидротехнических сооружений необходимо использовать арматурную сталь, отвечающую требованиям соответствующих стандартов.

Из всего выше сказанного можно сделать вывод, что гидротехнический бетон – это разновидность тяжелого бетона, который используют при строительстве гидротехнических сооружений. Создание такого бетона – это ответственная и тяжелая задача, потому что при подборе состава нужно учесть множество факторов, которые будут влиять на показатели и требования конструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баженов Ю.М.*, Технология бетона. М.: АСВ, 2011. 526 с.
2. *Нго Суан Хунг, Танг Ван Лам, Булгаков Б.И., Александра О.В., Ларсен О.А., Ха Хоа Ки, Мельникова А.И.* Влияние золы рисовой шелухи на свойства гидротехнических бетонов // Вестник МГСУ. Т. 13. Вып. 6 (117), 2018. С. 768-777.
3. Труды координационных совещаний по гидротехнике. Материалы для гидротехнического бетона и требования к ним. Москва; Ленинград: Энергия. Ленинградское отделение, 1917. 183 с.
4. *Цулукидзе П.П.*, Гидротехнический бетон. Тбилиси: Грузинский политехнический институт, 1975. 85 с.
5. *Стольников В.В.*, Гидротехнический бетон с добавкой топливной золы-уноса. Москва. Ленинград: Госэнергоиздат, 1963. 123 с.

ПРИРОДНЫЕ ЦЕОЛИТЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНАХ

Абсолютно в каждой стране мира современное строительство немислимо без бетона. Его широкое применение обусловлено хорошей механической стабильностью, технологичностью и долговечностью. Однако, производство портландцемента, основного компонента бетона, является энергетически требовательным процессом, который приводит к негативным последствиям для окружающей среды из-за значительного количества CO_2 , выделяющегося в атмосферу.

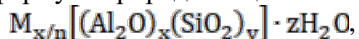
На текущий момент имеется огромное разнообразие различных методов, позволяющих уменьшить это негативное влияние. Одним из них является сокращение использования портландцемента при производстве бетона, путем его замены другими материалами. Данный метод реализуется частичной заменой цементного вяжущего вещества природными пуццоланами или пуццолановыми промышленными побочными продуктами, что не только может улучшить свойства конечного продукта, но имеет очевидные экологические и экономические выгоды.

К числу природных пуццоланов относят цеолиты, опоки, метакаолины, мергели и т.п. Особый интерес проявляется к природным цеолитам, представляющим собой каркасные алюмосиликаты вулканического происхождения с равномерно распределенными порами, каналами и полостями.

Существуют три основных структурных единицы в составе цеолита:

- алюмосиликатный каркас;
- пористый каркас;
- сорбированная фаза, в которой размещаются крупные катионы с малым зарядом (K^+ , Na^+ , Ca^+ , Ba^+), анионы (OH^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-}) и молекулы воды.

Общая химическая формула природных цеолитов:



где M – катионы (K^+ , Na^+ , Ca^+ , Ba^+);

n – их степень окисления;

x – число атомов алюминия (Al);

y – число атомов кремния (Si);

z – число молекул воды.

Из формулы видно, что основными компонентами цеолитов являются Al_2O_3 и SiO_2 . Их соотношение $\left(\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}\right)$ варьируется от 1 до ∞ .

Наиболее низкими показателями обладают природные цеолиты из-за отсутствия в них органических структурообразующих агентов [1].

Цеолиты имеют трехмерную сотовую структуру, образованную тетраэдрическими единицами, называемыми Т-атомами, в состав которых входят атомы Si или Al. Каждый тетраэдр связан с другими аналогичными тетраэдрами путем соединения их вершин, каждую из которых занимает атом кислорода. Такого рода соединения называются кольцами.

Данные кольца, образованные из 6, 8, 10, 12 и 14 тетраэдров, взаимосвязаны друг с другом, создавая, тем самым, систему каналов и пор с размерами от 3 до 10 Å [2]. На этот размер влияет положение, координация и количество, находящихся в этих полостях, катионов, которые, при ионном обмене, могут быть заменены другими катионами, что существенно влияет на динамику и селективность процессов адсорбции.

Геометрическое расположение тетраэдров определяется, так называемыми, вторичными строительными единицами, представляющими собой простые геометрические фигуры, отражающие структуру неорганических веществ, связанных между собой в определенный каркас. Различные типы структуры цеолита образуются различными способами формирования этих единиц.

Цеолиты по своей химической природе имеют специфические свойства, обусловленные особенностями структуры, химическим составом, высокой ионообменной емкостью.

К их основным свойствам относятся:

- Ионный обмен;
- Адсорбция и десорбция;
- Дегидратация;
- Молекулярные сита;
- Катализ.

Многофункциональность свойств цеолитов позволяет использовать их в самых различных вариантах, однако их реальное коммерческое применение сосредоточено в следующих областях: медицина, сельское хозяйство, энергетика, пищевая промышленность и множество других, включая строительство и производство строительных материалов.

Выступая в роли пуццолановой добавки, цеолиты весьма эффективны как для борьбы с коррозией цементного камня, так и для значительного увеличения прочности бетонных изделий. В первом случае, добавление цеолитов ведет к усилению стабильности

конечного продукта из-за активного кремнезема (SiO_2) и глинозема (Al_2O_3), которые вступают в реакцию с портландитом ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) при гидратации портландцемента и связывают его в нерастворимое соединение [3]. Во втором, введение природных цеолитов в количестве 5 и 10% взамен портландцемента увеличивает прочность бетона при сжатии на 37 и 28% соответственно. Причем, водопотребность смеси не увеличивается [4].

Цементы с добавлением цеолитной породы от 5 до 50% по массе характеризуются хорошей долговечностью, имеют пониженную на 2% общую пористость, причем снижается объем нежелательных макропор, а также увеличенную вдвое коррозионную стойкость. Причем, водопотребность.

Цеолиты, в силу наличия микро- и макропор, обладают высокой способностью адсорбировать и десорбировать воду, следовательно, они могут быть использованы в качестве среды для контроля внутренней относительной влажности бетона, увеличивая тем самым его долговечность и снижая проницаемость [5].

Кроме того, большинство природных цеолитов используется в качестве пористых заполнителей и пенообразователей при производстве легкого бетона, так как содержат в себе не менее 60% кремнезема (SiO_2). Это снижает вес изделия, улучшая при этом его теплоизоляционные характеристики [6, 7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Морозова Н.Н., Кайс Х.А. О роли природного цеолита на прочность мелкозернистого бетона, Вестник технологического университета. 2016. Т.19, №10.
2. Белицкий И.А., Фурсенко Б.А. Природные цеолиты России. Новосибирск: Ротапринт, 1992. 171 с.
3. Payra P, Dutta PK. Zeolites: A Primer, in Handbook of Zeolite Science and Technology. 2003. 1-24.
4. Mehta PK. Natural pozzolans: Supplementary cementing materials in concrete CANMET Special Publication 1987; 86: 1-33.
5. Lura P, Mejlhede Jensen O., Weiss W. Cracking in cement paste induced by autogenous shrinkage. Vol. 42. 2009. 1089-1099.
6. Emam E , Yehia S. Performance of Concrete Containing Zeolite as a Supplementary Cementitious Material. 2017.
7. Inglezakis VJ , Zorpas AA. Natural Zeolites Structure and Porosity, in Handbook of Natural Zeolites, VJ Inglezakis and Zorpas AA, Editors. 2012, Bentham Science Publishers. 133-146.

ВЛИЯНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ЭФИРОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА СВОЙСТВА СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

Сухие строительные смеси (ССС) – это смесь сухих мелкозернистых компонентов предварительно подобранного оптимального состава и тщательно перемешанная в условиях промышленного производства. В состав смеси входят вяжущие вещества, фракционированные заполнители, тонко измельченные наполнители и функциональные добавки, а также возможно применение красящих пигментов [1, 2].

Для получения готового рабочего раствора следует замешать сухую строительную смесь с водой в количестве, указанном производителем, и перемешать.

Несомненное преимущество таких строительных смесей обусловлено их централизованным приготовлением, которое включает в себя следующее:

- научное обоснование составов,
- высокоточное дозирование составляющих,
- максимальную однородность продукта при использовании смесительных установок.

Основой для СССР является вяжущее вещество, которое может быть представлено минеральным, органическим или органоминеральным.

Минеральные вяжущие вещества – это тонкодисперсные минеральные порошки, которые при затворении водой позволяют получить пластичное тесто, а в последующем наблюдать его схватывание и затем твердение [3, 4].

Органические вяжущие вещества – это тонкодисперсные полимерные порошки, способные к диспергации или растворению в воде с дальнейшим образованием на поверхности нерастворимых пленок.

Органоминеральные вяжущие получили широкое распространение благодаря совместимости процессов гидратации минерального связующего и пленкообразования органического позволяющих выйти на новый уровень свойств изделий.

Также неотъемлемой частью номенклатуры СССР являются заполнители и наполнители. К первым относятся мелкозернистые строительные пески определенного гранулометрического состава и крупностью зерен 0,15...5 мм. А ко вторым порошкообразные

минеральные компоненты дисперсностью частиц 0,16...0,05 мм, позволяющие сократить расход цемента.

Наибольший интерес представляют собой функциональные добавки – это порошки минеральных или органических веществ, позволяющие регулировать свойства ССС на всех стадиях производства и применения. Так, в зависимости от основного назначения добавки подразделяются на две группы [5]:

1. Регулирующие следующие технологические свойства растворных смесей:

- реологические,
- водоудерживающие,
- воздухововлекающие,
- замедляющие схватывание,
- ускоряющие схватывание.

2. Регулирующие эксплуатационные характеристики растворов:

- скорость твердения,
- снижающие усадочные деформации,
- регулирующие прочность при сжатии и изгибе,
- повышающие атмосферостойкость и морозостойкость,
- придающие материалу гидрофобные свойства.

По вещественному составу добавки делятся на три группы:

- однокомпонентные (один компонент влияет на несколько свойств),
- многокомпонентные (каждый компонент отвечает за какое-либо одно свойство),
- готовые технологические комплексы (подобранный состав).

В этой статье будет рассмотрена однокомпонентная водоудерживающая добавка, применяемая в рецептуре ССС. Особенно важным для водоудерживающих добавок является сохранение в своем составе воды; обусловлено это выполнением тонкослойных технологий. Чем ниже скорость потери воды, тем выше вероятность обеспечить необходимую пластичность смеси, реакцию гидратации и твердения.

Среди группы водоудерживающих добавок массовое распространение получили водорастворимые модифицированные эфиры целлюлозы. Способ их получения был открыт в начале XX века, это послужило началом промышленного производства таких водорастворимых производных целлюлозы, как: метилцеллюлоза (МЦ), карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), гидроксипропилцеллюлоза (ГЭЦ), метилгидроксипропилцеллюлоза (МГЭЦ), метилгидроксипропилцеллюлоза (МГПЦ)

Они позволяют обеспечить водоудержание растворной смеси в пределах 97...98%, в то время как для обычной бездобавочной смеси характерно 75...80%. Эфир целлюлозы применяется в дозировке

0,1...0,4% от массы сухих компонентов и обеспечивает время от 0,5 до 2 часов для окончания начальных этапов гидратации связующего вещества. Объясняется это химическим удержанием воды эфирами целлюлозы, которые перераспределяют ее среди минералов цемента.

Применение добавок такого типа также позволяет уменьшать седиментацию (осаждение) растворных смесей, из-за повышения вязкости жидкой фазы. Такой эффект загущения провоцирует увеличение водопотребности, снижающей уровень потери прочности растворов при испытании на сжатие, изгиб и растяжение. Эти показатели можно контролировать значением В/Ц и введением определенного количества добавки.

Стоит отметить, что воздействие эфиров целлюлозы повышает прочность сцепления модифицированных растворов с основанием, на которое они наносятся, и снижает деформации усадки при их высыхании. Кроме того, при низких значениях В/Ц добавки в большей степени проявляют пластифицирующие свойства. Последние обеспечивают удобное нанесение и разравнивание готовых растворов. При применении модифицированных эфиров целлюлозы для составов ССС в качестве водоудерживающие добавки стоит обратить внимание многофункциональный характер ее действия. Эта добавка позволяет регулировать консистенцию смеси, избегать расслоения и седиментации, обеспечивать требуемую густоту и пластичность, а также увеличивать сроки схватывания. Примерами эфиров целлюлозы для сухих строительных смесей на современном рынке строительной химии являются продукты Lotte Fine Chemicals (Корея), Vermocoll (Швеция), Walocel (Германия), Methocel (США).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баженов Ю.М.* Технология бетона: Учебник. – М.: Изд-во АСВ, 2006.
2. *Баженов Ю.М., Коровяков В.Ф., Денисов Г.А.* Технология сухих строительных смесей: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2015. – 112 стр. с илл. Издание 3-е, стереотипное.
3. *Волженский А.В.* Минеральные вяжущие вещества. – М., 1986.
4. *Корнеев В.И., Зозуля П.В.* Сухие строительные смеси: учеб. пособие. – М.: РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2010. – 320 с.
5. *Корнеев В.И., Зозуля П.В.* Рецептурный справочник по сухим строительным смесям / В.И. Корнеев, П.В. Зозуля, И.Н. Медведева, Г.А. Богоявленская, Н.И. Нуждина. – СПб.: РИА «Квинтет», 2010. – 318 с, ил.

Студентка 4 курса 31 группы ИСА Асадова Э.Ш.

*Научный руководители - доц., канд. техн. наук, доц .О.А. Ларсен, доц.,
канд. техн. наук, доц. Б.И. Булгаков*

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

Производство сухих строительных смесей (ССС) осуществляется на полностью автоматизированных заводах или на технологических линиях с ручным взвешиванием исходных компонентов.

На сегодняшний день предприятия по производству ССС проектируются двумя основными способами – вертикальный и горизонтальный (каскадный) [1, 2].

Принцип вертикальной схемы завода сухих строительных смесей основан на размещении силосного склада сырьевых материалов в верхней части производственного корпуса. Сырьевые материалы поднимаются один раз при выгрузке их в расходные силосы и далее, при прохождении всех технологических операций происходит движение материалов вниз. Благодаря этому нет необходимости использовать транспортирующие устройства между весами, смесителем и фасовочной машиной. Также, это позволяет снизить производственную площадь, необходимую для устройства технологической линии предприятия.

У вертикальной схемы производства имеется ряд недостатков:

- строительство мощных опорных конструкций для силосов заполнителей;
- проведение сложных геологических изысканий;
- увеличение затрат на возведение строительных конструкций башенного типа.

Горизонтальный способ производства отличается тем, что сырьевые материалы попадают в смеситель благодаря транспортным механизмам, таким как питатели, шнеки, элеваторы, пневмонасосы, транспортные конвейеры и другие. Благодаря этому нет необходимости строительства массивных дорогостоящих конструкций, требующих дополнительных капитальных вложений. Еще одно преимущество горизонтальной схемы заключается в возможности ее размещения в любых производственных помещениях, подлежащих реконструкции [3, 4].

Недостатки горизонтальной схемы:

- увеличенная производственная площадь для размещения оборудования;
- составление циклограмм для применяемых транспортных устройств.

Выбор способа производства ССС делается на основе оценки их преимуществ и недостатков относительно экономико-географического положения района строительства, климатических условий, материальных и денежных ресурсов.

Линия производства сухих строительных смесей представлена следующими технологическими переделами [5]:

- участок подготовки песка;
- силосный склад сырьевых материалов;
- участок растаривания мешков и биг-бэгов;
- смесительная установка;
- фасовочная машина.

Кварцевый песок естественной влажности поступает со склада в приемный бункер фронтальным погрузчиком, где проходит отсев крупной фракции (камни). Из бункера песок поступает на ленточный конвейер, передающий его в сушильный барабан. Для очистки отходящего воздуха применяется циклон, работающий совместно с вентилятором и создающий тягу. Далее сухой и горячий песок (около 120 °С) выходит из барабана и попадает в приемный бункер, а из него забирается ковшовым транспортером и подается в силосы на хранение, предварительно пройдя сквозь сита виброгрохота, который служит для классификации песка и разделения его на фракции. Сушка песка осуществляется при температуре от 550 °С до 600 °С. Остаточная влажность песка обычно не превышает от 0,2 % до 0,3 %.

Силосный склад позволяет принимать и хранить сырьевые компоненты, доставляемые автоцементовозами или железнодорожными цистернами. Каждый силос оснащен рукавным фильтром и пневматической установкой для загрузки. Материалы из разных силосов подаются в смеситель, установленный на весах.

Химические добавки в виде порошков доставляют на завод в мешках или биг-бэгах автотранспортом. Далее применяются расстариватели – оборудование для распаковки. Растариватели мешков применяются, когда необходимые для производства компоненты доступны только в мешках. Такое устройство представляет собой воронку, оборудованную решеткой для ручного вспарывания мешков и рукавным фильтром. Участок распаковки биг-бэгов включают в технологическую линию, в случае если отсутствует возможность доставить какие-либо сырьевые материалы навалом. Он состоит из узла вывешивания для поддержания выгружаемого контейнера и узла выгрузки. При этом подача материала в микродозаторы осуществляется шнеками. Добавки подаются в тех количествах, которые указаны в рецептуре.

Компоненты из всех частей линии поступают в весовые дозаторы. Одновременно с автоматической дозацией в смесителе происходит смешивание всех компонентов и добавок. Смесители оснащаются специальными лопастями, позволяющими производить качественную продукцию, и деагломераторами, которые размешивают склонные к слипанию компоненты. После этого готовая сухая смесь проваливается в накопительный бункер и оттуда начинается фасовка.

Фасовка в бумажные мешки или производится специальными машинами в зависимости от требуемой производительности и материала. Фасовка осуществляется в полностью автоматическом режиме. После мешки передаются на укладку на поддоны, которые обтягиваются стрейч-пленкой на специальном станке, и отгружаются вилочным погрузчиком на склад готовой продукции.

Производство сухих строительных смесей требует не только постоянного совершенствования технологии и оборудования. Но и повышения квалификации персонала, его уровня навыков и знаний.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баженов Ю.М.* Технология бетона: Учебник. – М.: Изд-во АСВ, 2006.
2. *Баженов Ю.М., Коровяков В.Ф., Денисов Г.А.* Технология сухих строительных смесей: Учебное пособие. – М: Издательство АСВ, 2015. – 112 стр. с илл. Издание 3-е, стереотипное.
3. *Козлов В.В.* Сухие строительные смеси: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2000.
4. *Корнеев В.И., Зозуля П.В.* Сухие строительные смеси: учеб. пособие. – М.: РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2010. – 320 с.
5. *Корнеев В.И., Зозуля П.В.* Рецептурный справочник по сухим строительным смесям / В.И. Корнеев, П.В. Зозуля, И.Н. Медведева, Г.А. Богоявленская, Н.И. Нуждина. – СПб.: РИА «Квинтет», 2010. – 318 с, ил.

Студентка 4 курса 33 группы ИСА Фетисова А.А.,

Студентка 4 курса 33 группы ИСА Щербенева О.А.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. О.Ю. Баженова

МЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ БЕТОНЫ ДЛЯ МАЛЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ

В современной технологии бетона широкое распространение получают мелкозернистые бетоны. Эти бетоны обладают высокой технологичностью, позволяют получать самые разные структуры и соответственно свойства материала, заметно снижают стоимость бетона за счет применения недорогих местных песков и вторичных техногенных отходов. Меняя состав и структуру такого бетона можно на основе одного и того же сырья (только с разными комплексами добавок) получать мелкозернистые бетоны различного функционального назначения. Особый интерес представляют мелкозернистые поризованные бетоны с разной плотностью и прочностью [1].

Разработанные в последнее время различные технологические приемы позволяют получать мелкозернистые бетоны с расходом цемента, не превышающим требования норм для обычных тяжелых бетонов с крупным заполнителем, что может обеспечить определенный экономический эффект при возведении традиционных конструкций [2].

Вопросы о замене обычного бетона на мелкозернистый возникает по различным причинам. Помимо трудностей с наличием или дроблением крупного заполнителя, есть области применения мелкозернистого бетона, в которых он практически незаменим. Прежде всего, это тонкостенные армированные конструкции. Мелкозернистые бетоны позволяют получать эффективные долговечные декоративные материалы для производства облицовочных работ, малых архитектурных форм, тротуарных и дорожных покрытий [3, 4].

Современная архитектурная застройка предъявляет повышенные требования к отделочным и декоративным материалам. Лучшие показатели имеют материалы из горных пород, но их применение ограничено их высокой стоимостью [5]. В связи с вышеизложенным, актуальной задачей является разработка прочного мелкозернистого бетона для малых архитектурных форм и декоративных деталей по внешним признакам не уступающего природному натуральному камню, в частности, мрамору. В качестве исследуемых материалов для получения мелкозернистого бетона использовался белый портландцемент М 500 Щуровского завода, белый кварцевый песок

фракций 0,2-0,4 мм и фракций 0,4-0,8 мм, а также гиперпластификатор MasterPolyNeed 3043. Для получения большей плотности бетона использовались смеси песков в различном соотношении. Составы и свойства песка приведены в табл.1.

Из бетонной смеси, подвижность которой определялась по расплыву стандартного конуса для цементного раствора, изготавливались образцы-балочки 40х40х160 мм нормального твердения из раствора 1:2, для которых определяли плотность и прочность при изгибе и сжатии. Кроме того, визуально оценивали качество поверхности.

Таблица 1

Свойства песков

№	Состав песка, %		M _к	ρ _н , кг/м ³
	фр.0,2-0,4	фр.0,4-0,8		
1	100	-	1,5	1350
2	-	100	2,84	1480
3	30	70	2,46	1565
4	50	50	2,3	1560
5	70	30	1,84	1510

Для приготовления бетона использовались пески с модулем крупности менее 2,4 (табл. 2). Бетонные смеси, полученные без использования пластификатора, имеют высокую водопотребность, пониженные подвижность и прочностные характеристики бетона.

Таблица 2

Физико-механические свойства мелкозернистого бетона

№ состава	Вид песка	Содержание пластификатора, %	В/Ц	Расплыв конуса, мм	Прочность в возрасте 28 сут, МПа	
					изгиб	сжатие
1	1	-	0,6	177	7,1	29,5
2	4	-	0,5	178	8,0	31,5
3	5	-	0,55	180	8,0	27,6
4	1	1,0	0,45	165	7,6	36,2
5	4	1,0	0,35	235	9,3	44,6
6	5	1,0	0,35	228	7,8	43,8
7	1	1,5	0,4	195	8,5	42,5
8	4	1,5	0,3	235	11,1	62,0
9	5	1,5	0,3	220	11,0	56,6

В работе рассматривается водоредуцирующий эффект от введения добавки гиперпластификатора в мелкозернистую бетонную смесь. Это

позволяет снизить расход воды при повышении подвижности бетонной смеси. Сокращение расхода воды при сохранении и даже увеличении подвижности бетонной смеси в дальнейшем приводит к повышению плотности и прочности бетона (табл. 2). Кроме того, улучшается удобоукладываемость бетонной смеси и качество поверхности бетона.

В соответствии с ГОСТ 13015 - 2012 визуальный вид и качество поверхности декоративных изделий из бетона должны соответствовать техническому регламенту. Качество поверхности бетона делят на категории от А1 до А7. Для изготовления декоративных архитектурных деталей и малых архитектурных форм подходит только категория А1 – глянцевая, не требующая отделочного покрытия, получаемая при формование изделий в формах со стеклопластиковой, силиконовой или другой глянцевой поверхностью. Данным требованиям полностью соответствуют составы 5, 6 и 7, 8. Эти составы близки по подвижности, следовательно, могут без дефектов заполнять формы сложной конфигурации, и имеют высокие прочностные показатели. В некоторой степени прочность бетона даже избыточна. Если рассматривать работу в целом, то оптимальным можно считать расход гиперпластификатора в 1,0 % и, желательно, рассмотреть возможность снижения расхода белого цемента в мелкозернистом бетоне.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Урханова Л.А., Розина В.Е.* Высокопрочный бетон с использованием золы-уноса и микрокремнезема // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2011. № 19. (57). С. 97-100.
2. *Лошак В.В., Черкасов С.В., Власов В.В.* Влияние гранулометрического состава заполнителя на эстетические и эксплуатационные свойства декоративного бетона. // Научный вестник воронежского государственного архитектурно-строительного университета. 2011. № 3-4. С. 61-66.
3. *Церковников В.М.* Руководство по технологии получения искусственных каменных материалов для произведений монументального и декоративного искусства. Тула.: ПКС, 1987. 186 с.
4. *Баженова О.Ю., Баженова С.И.* Особенности структуры декоративных бетонов. // Успехи современной науки. 2016. № 6. Т.3. С. 21-23.
5. *Харченко А.И., Алексеев В.А., Харченко И.Я., Баженов Д.А.* Структура и свойства мелкозернистых бетонов на основе композиционных вяжущих. // Вестник МГСУ. 2019. Т.14. № 3 (126). С. 322-331.

ЩЕЛОЧЕ-СИЛИКАТНАЯ КОРРОЗИЯ БЕТОНА

Бетон – самый распространенный строительный материал. Он широко используется в строительстве на протяжении уже многих лет. В начале XX века во многих странах были отмечены случаи возникновения неизвестного ранее вида коррозии бетона. Данный вид коррозии в большей степени проявлялся в сооружениях, при строительстве которых использовался портландцемент с повышенным содержанием щелочей в своем составе [1, 2].

В процессе изучения данного явления было установлено, что к разрушениям приводит реакция взаимодействия щелочных соединений с некоторыми видами кремнеземсодержащих пород при нормальной температуре. Щелочи поступают из цементного клинкера, а кремнезем содержится в заполнителе. Это взаимодействие принято называть «щелочно-силикатной реакцией» (ЩСР). Исходным веществом в данной реакции является реакционноспособный кремнезем, а продуктом – гидрогель. Именно ЩСР приводит к возникновению внутренней коррозии, которая носит название щелоче-силикатной.

Внешними признаками щелоче-силикатной коррозии являются выкрашивание бетона, образование сетки мелких трещин и выцветов, появление выступающего из трещин геля, а также отклонение элементов конструкции от проектного положения [3, 4].

Протекание ЩСР в бетоне нельзя доказать, опираясь на данные внешние признаки. Причиной их возникновения может быть другой вид коррозии, например, сульфатная коррозия. Точно определить вид коррозии можно лишь проведя исследование трещин на микроуровне.

Источником щелочей в бетоне является цемент. В цементном клинкере реакционноспособными веществами содержатся как в виде ионов-примесей, так и в виде самостоятельных соединений. Они образуют щелочную среду поровой жидкости растворной части бетона. Их общее содержание можно выразить в виде величины $\text{Na}_2\text{O}_e(\%)$:

$$\text{Na}_2\text{O}_e(\%) = \text{Na}_2\text{O}(\%) + 0.658\text{K}_2\text{O}(\%)$$

Необходимо учитывать, что содержание K_2O необходимо пересчитывать на эквивалентное содержание Na_2O .

Источником реакционноспособного кремнезема в бетоне является заполнитель. Он определяет важнейшую особенность щелочно-силикатной коррозии бетона – время ее проявления. Первые признаки

разрушения конструкции от момента ее возведения могут наступить от 1 года до 5 лет и более. Данный период зависит от реакционной способности заполнителя. Их классифицируют на заполнители с высокой (скрытый период составляет около 1 года) и низкой (скрытый период составляет от 6 до 10 лет) реакционной способностью. В ГОСТ 8269.0-97 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Методы физико-химических испытаний» приведены основные виды реакционноспособных образований и их допустимая концентрация в заполнителях [5,6].

В результате воздействия щелочной среды бетона на кремнезем происходит разрыв силоксановых связей в заполнителе под действием гидроксид-ионов, содержащихся в растворной части. Данная реакция является по сути реакцией деструктуризации кремнезема заполнителя с последующим переходом кремния в менее связанное состояние. В результате реакции образуется щелочесиликатный гидрогель. Образование гидрогеля влечет за собой возникновение растягивающих напряжений, в результате которых бетон деформируется и покрывается трещинами.

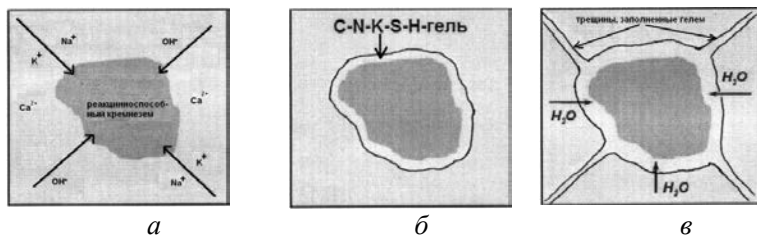


Рис. 1. Упрощенная схема щелоче-силикатной реакции:
 а) процесс воздействия щелочной среды растворной части бетона на частицу заполнителя;
 б) образование щелочесиликатного гидрогеля вокруг частицы заполнителя;
 в) расширение геля в процессе поглощения воды и возникновение внутренних напряжений, приводящих к образованию трещин.

Гель свободно перемещается в пространстве трещин, продолжая поглощать воду и набухать. Это приводит к дальнейшему разрастанию и увеличению трещин.

Для определения возможности воздействия ЩСР на бетон применяют методы, которые основаны на измерении расширения бетонных или растворных образцов.

Необходимые методы испытания приведены в ГОСТ 8269.0-97 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Методы физико-механических испытаний».

Щелоче-силикатная коррозия бетона возникает только при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) Содержание щелочей в бетоне превышает уровень 3 кг/м^3 .
- 2) В бетоне содержатся реакционноспособные заполнители.
- 3) Бетон эксплуатируется в условиях высокой влажности (более 80%) или под воздействием воды.

Не соблюдение хотя бы одного из этих условий является препятствием для возникновения щелоче-силикатной коррозии.

Для уменьшения вероятности возникновения ЦСР в состав бетона принято вводить высокодисперсные активные минеральные добавки, такими являются природные пуццоланы, гранулированные доменные шлаки, микрокремнезем, зола-унос.

В качестве средств защиты используются некоторые химические соединения (например, соединения лития), которые подавляют реакцию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Брыков А. С.* Щелоче-силикатные реакции и коррозия бетона [Текст]: учебное пособие / А. С. Брыков. – СПб.: СПбГИТИ(ТУ), 2009. – 27 с.
2. *Брыков А.С.* Гидратация портландцемента: учебное пособие. – СПб.: СПбГИТИ(ТУ), 2008. – 30 с.
3. *Брыков А.С.* Ультрадисперсные кремнеземы в технологии бетонов: учебное пособие. - СПб.: СПбГИТИ(ТУ), 2009. – 27 с.
4. *Тейлор Х.* Химия цемента. Пер. с англ. - М.: Мир, 1996. – 560 с.
5. *Штарк И., Вихт Б.* Долговечность бетона. Пер. с нем. – Киев: Оранта, 2004. – 301 с.
6. Лам Т.В., Булгаков Б.И., Александрова О.В., Ларсен О.А., Хунг Н.С., Куанг Н.Д.В. Определение деформации мелкозернистого бетона в жидкой сульфатной среде // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 8. С. 82-86.

Студентка магистратуры 1 года обучения 31 группы ИСА Швецова В. А.

Научные руководители - доц., канд. техн. наук, доц. О.А. Ларсен, доц., канд. техн. наук, доц. Б.И. Булгаков

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ КОРДА ПЕРЕРАБОТАННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БЕТОНАХ

Мировая экологическая ситуация привлекает к себе все больше внимания. Больше невозможно игнорировать антропогенную угрозу, нависшую над планетой. Всему виной излишек CO_2 , выделяемый в атмосферу промышленными предприятиями. Чем раньше человек озаботится вопросом снижения выбросов CO_2 , тем скорее он найдет решение. Уже более 25 лет существует Европейская ассоциация по вторичной переработке шин (ETRA). По данным ETRA за 2014 год общий вес изношенных, но не переработанных шин достиг: в Европе-2,5 млн. тонн; в США-2,8 млн. тонн; в Японии-1 млн. тонн; в России-1 млн. тонн. Объем их переработки методом измельчения не превышает 10%. Большая часть собираемых шин (20%) используется как топливо. К 2020 году количество отработанных автомобильных покрышек увеличилось, однако, и количество переработанных шин так же неуклонно растет. 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 [1]. По данным Европейской конфедерации перерабатывающей промышленности (EuRIC) рециркуляция черных металлов экономит эквивалент 58% выбросов CO_2 по сравнению с первичной сталью, в которой используется железная руда. Этот показатель увеличивается до 70% для ПЭТ, 89% для упаковки из ПЭВП, 93% для алюминия и 98% для переработанного текстиля. Использование восстановленной бумаги вместо первичных материалов экономит 70% для бумаги и 77% для картона энергии, необходимой для производства новой бумаги. Переработка шин в резиновые грануляты позволяет сэкономить 58,4% CO_2 по сравнению с совместным сжиганием шин с истекшим сроком эксплуатации и может достичь 95% сокращения выбросов углекислого газа [2].

Амортизированные 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 [3].

Автомобильная шина состоит из каркаса, слоев брекера, протектора, борта и боковой части. Брекер покрышки - часть автомобильной шины, состоящая из слоев корда и расположенная между каркасом и протектором шины. Она служит для улучшения связей каркаса с протектором, амортизации ударных нагрузок и повышает сопротивление каркаса механическим повреждениям.

В брекере нити корда в смежных слоях пересекаются друг с другом и с нитями корда соприкасающегося слоя каркаса. То есть расположены диагонально независимо от конструкции шины [4]. Корд бывает текстильным, стекловолоконным или металлическим. В легковых машинах применяется текстильный или стеклянный корд. В грузовых – металлокорд. Стекловолоконный корд имеет абсолютную стойкость к растяжению и гниению, поэтому шины с таким кордом гораздо лучше и долговечнее. Существует несколько методов рециклинга автомобильных шин: химические (сжигание, пиролиз), физические (дробление, бародеструкционный метод, криогенный метод), восстановление и захоронение шин. Переработка автопокрышки в крошку (дробление, бародеструкционный метод, криогенный метод, с помощью озона) – получение резиновой крошки в результате разделения автопокрышки на основные составляющие: резину, сталь, текстиль. Основное преимущество данного метода состоит в сохранении основных физических и химических свойств резины.

Бародеструкционный метод – технология основана на явлении «псевдосжижения» резины при высоких давлениях и истечении ее через отверстия специальной камеры. Резина и текстильный корд при этом отделяются от металлического корда и бортовых колец, измельчаются и выходят из отверстий в виде первичной резино-тканевой крошки, которая подвергается дальнейшей переработке: доизмельчению и сепарации. Получение резинового порошка из изношенных шин осуществляют путем их по стадийного измельчения, фракционирования, магнитной сепарации и выделения текстильного корда. Предварительно автомобильные шины посредством давления (6 – 10 атм) продавливают через отверстия решетки с образованием смеси резиновых жгутов размерами 20-80 мм, металлобрикетов, текстильного и металлического корда. Из смеси посредством магнитной сепарации выделяют металлобрикеты и металлический корд. Оставшаяся масса подается в роторную дробилку, где резина измельчается с образованием резинового порошка размером до 10 мм. Из него выделяют текстильный корд. Одновременно с выделением текстильного корда осуществляют разделение резинового порошка на мелкую фракцию

менее 3 мм и крупную от 3-10 мм. Наилучшей технологией переработки автомобильных шин, исходя из экспертной оценки, можно считать бародеструкционную технологию переработки в крошку. Также схож с этим методом метод аэросепарации резиновой крошки от корда [5].

Для очистки резиновой крошки от примесей, в том числе корда, предложено не мало способов. Сфера использования резиновой крошки также ясна. Кордовое волокно может служить заменителем асбеста и использоваться в качестве наполнителя при изготовлении шифера, гидроизоляционных паст, изготовления резиновых коврик, спортивных беговых дорожек, обуви. Полиамидное волокно непосредственно применяется для изготовления блочных и ленточных теплоизоляционных материалов. Также этот вид низкомолекулярных волокон можно использовать при армировании бетонов. Но большое количество остаточной резиновой крошки на корде может негативно отразиться на адгезии синтетического волокна к цементной матрице.

Очистить корд от примесей можно при помощи просеивания рециклинговой массы до получения чистого корда через сита 2,5 – 0,315. Также существуют статьи, где описаны методы мерсеризации волокон кипячением их в растворах щелочей. Однако, такой метод больше подходит для целлюлозных волокон и эффективность применения его по отношению к полиамидным волокнам не доказана.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Наруть В.В., Ларсен О.А.* Оценка качества продуктов дробления бетонного лома для его применения в технологии бетона // Бюллетень строительной техники. 2018. № 10. С. 47-49.
2. *Наруть В.В., Ларсен.А.О.* Самоуплотняющийся бетон на основе бетонного лома сносимых жилых зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 2. С. 52-58.
3. *Иванов К.С., Сурикова Т.Б.* Использование и переработка отработавших шин. Доклады Всероссийской научно-технической конференции «Современные проблемы экологии / Тула: Инновационные технологии, 2009.
4. *Бидерман В.Л.* Автомобильные шины. 2012. М.: Госхимиздат, 1963. С. 384.
5. *Баженов Ю.М., Воронин В.В., Алимов Л.А., Бахрах А.М., Ларсен О.А., Соловьев В.Н., Нгуен Дык Винь Куанг.* Высококачественные самоуплотняющиеся бетоны с использованием отходов сжигания угля // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. Вып. 12 (111). С. 1385–1391.

СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВА ДИСПЕРСНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ВЫСОКОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЕТОНАХ

Современные высокофункциональные бетоны, обладающие прочностью при сжатии до 150 МПа, содержат в своем составе большое количество дисперсных компонентов, размер частиц которых не превышает 120-150 мкм. К ним относятся цемент, пуццолановые или гидравлические добавки (микрокремнезем, метакаолин, шлак) и различные тонкомолотые горные породы (молотый известняк, кварц, гранит, базальт). По различным литературным данным, содержание дисперсных компонентов в высокофункциональных бетонах составляет 20-45% [1, 2] от общей массы компонентов, что вызывает необходимость использовать нестандартные методы подбора состава таких бетонов.

Наиболее распространенный подход к оптимизации состава заключается в подборе такого соотношения компонентов, при котором плотность упаковки частиц была бы максимальной.

Все методы по оптимизации плотности упаковки зерен можно разделить на расчетные (теоретические) и экспериментальные [3]. Расчетные способы, представляющие собой различные математические или полуэмпирические модели, в свою очередь, делятся на 2 группы:

- 1) математические модели, в основе которых лежат «идеальные» кривые распределения сферических частиц;
- 2) математические модели, основанные на расчете плотности упаковки n фракций частиц с учетом фактических характеристик.

Использование математических методов моделирования часто сопровождается ошибками, так как модели базируются на допущении, что все частицы имеют идеальную сферическую форму, что не соответствует действительности. Также эти модели не учитывают возможное коагулирование частиц, что ведет к дополнительным неточностям расчета.

Из экспериментальных подходов наиболее известен метод, предложенный Окамурой, для проектирования состава СУБ [4]. Эта методика является довольно простой, однако требует большого количества опытов и материалов.

Менее трудозатратным и материалоемким является метод Пунтке [5]. Суть заключается в следующем: в емкость объемом 100-300 мл всыпают материал массой 100-150 г. Затем постепенно добавляют воду и перемешивают смесь. После каждой порции добавленной воды

материал уплотняют несколькими ударами емкости о поверхность стола. Если после очередного уплотнения на поверхности смеси появился водный глянец, испытание считается завершенным. Далее при помощи взвешивания определяется масса добавленной воды и рассчитывается плотность упаковки зерен (Φ) по формуле (1):

$$\Phi = 1 - \frac{\frac{m_B}{\rho_B + m_T}}{\frac{\rho_B}{\rho_B + \rho_T}}, \quad (1)$$

где m_B, m_T – масса воды и твердого вещества соответственно, г;
 ρ_B, ρ_T – плотность воды и твердого вещества соответственно, г/см³.

Цель работы заключалась в установлении применимости метода Пунтке для оптимизации состава высокофункциональных бетонов. Основной гипотезой являлось то, что оптимальное соотношение компонентов, определенных методом Пунтке, может сместиться в присутствии большого количества суперпластификатора и интенсивном и продолжительном перемешивании, что обычно используется при приготовлении бетонных смесей такого типа.

В качестве инертных минеральных добавок использовались микрокальцит РМ-5 производителя ООО «РИФ-Микрорамор» и кварцевая мука – SilverBond 15 EW производителя Sibelco Group.

Плотность упаковки частиц в бетоне оценивалась по распылу смеси при помощи стандартного конуса по ГОСТ 310.4-81 без применения встряхивающего столика. Микронаполнитель вводился взамен части цемента при постоянном расходе остальных компонентов. Состав бетона, используемого для проведения испытаний, представлен в таблице 1.

Таблица 1

Состав бетона

ЦЕМ I 42,5	МК	Кварцевы й песок (0,1-0,4 мм)	Кварцевы й песок (0,4-0,8 мм)	СП (MasterGleniu m 115)	В/Ц
1	0,15	0,3	0,7	0,02	0,22

По методу Пунтке определялась плотность упаковки смеси цемента и микрокальцита и цемента и кварцевой муки. Содержание инертной добавки варьировалось от 0 до 30%. Результаты представлены в таблице 2. В таблице 3 представлены результаты определения распыла конуса (РК) бетонных смесей с различным содержанием тонкомолотых добавок.

Таблица 2

Плотность упаковки смеси цемента и микронаполнителя

Доля наполнителя, % от Ц+Н	PM-5	SilverBond 15 EW
0	0,595	0,595
13	0,618	0,611
20	0,613	0,610
30	0,613	0,610

Таблица 3

Результаты определения расплыва конуса

Доля наполнителя, % от Ц+Н	ПК с добавкой PM-5, см	ПК с добавкой SilverBond 15 EW, см
0	19,5	19,5
13	29,9	24,2
20	25,3	23,5
30	25,5	23,4

По данным таблиц 2 и 3 видно, что подвижность бетонной смеси, при прочих равных условиях, напрямую зависит от плотности упаковки зерен цемента и минерального наполнителя, так как при этом изменяется толщина водной пленки вокруг частиц.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Shi C., Wu Z., Xiao J., Wang D., Huang Z., Fang Z. A review on ultra high performance concrete: Part I. Raw materials and mixture design // Construction and Building Materials. 2015. №101. Pp. 741-751.
2. Held M., König G. Hochfester Beton bis B 125 – Ein geeigneter Baustoff für hochbelastete Druckglieder // Beton- und Stahlbetonbau. 1992. №87. Pp. 41-45.
3. Jones M.R., Zheng L., Newlands M.D. Comparison of particle packing models for proportioning concrete constituents for minimum voids ratio // Materials and Structures. 2002. №35. Pp. 301-309.
4. Okamura H., Ozawa K. Mix-design for self-compacting concrete // JSCE. 1995. №25. Pp. 107-120.
5. Puntke. W. Wasseranspruch von feinen Kornhaufwerken // Beton 2002. №52. Pp. 242-248.

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОТДЕЛОЧНЫХ И ИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Студентка 3 курса 31 группы ИСА Голотенко Д.С.

Научный руководитель - доц., канд. техн. наук М.Г. Бруяко

ВЛИЯНИЕ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ВОДЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫХ РАСТВОРОВ

Использование сухих строительных смесей в строительстве является наиболее эффективным способом повышения качества производимых строительных работ, что приводит к значительному снижению трудовых ресурсов. С каждым годом цены и количество потребляемых нами энергетических и природных ресурсов значительно увеличиваются. Именно поэтому большой актуальностью обладают исследования, посвященные снижению себестоимости готовых изделий, а так же повышению их эксплуатационных качеств. Использование активированной воды позволяет в значительной степени повышать эффективность строительных материалов. Существующие способы активации воды подразделяются на три вида воздействия: физические, химические и их сочетание (комбинированные). Физическое модифицирование воды затворения и строительных растворов позволяет управлять процессом формирования структуры материалов на их основе, способствует повышению качества конечного продукта, не вызывает значительных изменений в технологии производства и значительно снижает расход вяжущих. Виды физического воздействия различны: механические, акустические, электрические, магнитные, тепловые, световые, радиационные. Большой интерес представляет вопрос изучения воздействия плазмы на свойства воды. При воздействии плазмы присутствует сочетание различных видов физического воздействия на воду. В связи с этим плазменные методы являются эффективными и применимы для процессов окисления воды, органических веществ. Их отличает способность инициировать окислительные процессы с наиболее высоким окислительным химическим потенциалом (атомы и молекулы кислорода в электронно-возбужденном состоянии). Такой метод имеет название плазмохимическая обработка сырья в неравновесной низкотемпературной плазме (НТНП). Вода затворения, которая использовалась для проведения экспериментальных работ, соответствовала нормам СП 82-101-98. Общая схема действия НТНП заключается в следующем: сырьевой материал, пропускаются через

область НТНП, где имеется большое количество электронов, которые обладают средней кинетической энергией в пределах 2 -5 эВ. Электроны оказывают воздействие на молекулы воздуха, это приводит к появлению большого количества высокоактивных и экологически безопасных частиц: ионов, атомов и радикалов, не вызывая заметного повышения температуры воздушной среды и обрабатываемого сырья. Эти активные частицы вступают во взаимодействие с молекулами обрабатываемых компонентов. Обработка воды проводилась на лабораторной установке.

Скорость обрабатываемой воды затворения влияет на время начала схватывания и на время окончания схватывания. Первое уменьшается с 92 до 70 минут, второе – с 230 до 170 минут. Скорость обработки можно регулировать путем изменения расстояния между электродами. При изменении величины зазора происходит частичный распад воды на ионы, в результате которого появляются небольшие частицы металла, которые являются новыми центрами кристаллизации. Они создаются в воде после отрыва от электродов установки. Так же данный процесс сопровождается разрушением групп молекул воды-ассоциатов. Также результатом использования обработанной воды затворения является значение прочности на сжатие, которое изменилось на 25-30% (табл. 1). Помимо этого были проведены испытания на сохранение свойств плазмохимически обработанной воды через 1, 7, 14 и 21 сутки после обработки в НТНП, что показало даже еще большее повышение прочности на сжатие образцов на выдержанной активированной воде (табл. 2). Это происходит из-за формирования мелкокристаллической структуры строительных растворов, характеризующейся повышенной прочностью. Применение обработанной воды затворения для цементно-песчаных растворов увеличивает до 40% скорость набора прочности в ранние сроки твердения и до 30% их прочность в возрасте 28 суток.

Таблица 1

Зависимость прочности на сжатие растворов от продолжительности плазмохимической обработки воды затворения.

1	R, МПа	0	4	10	13	15	19	21,3	22,5
	T, сутки	0	1	3	5	7	14	21	28
2	R, МПа	0	3,4	7	12	14	18,2	20,8	22
	T, сутки	0	1	3	5	7	14	21	28
3	R, МПа	0	3	6,5	11,6	13	17	19	21
	T, сутки	0	1	3	5	7	14	21	28
4	R, МПа	0	2,75	6	8,5	10	15	17	18
	T, сутки	0	1	3	5	7	14	21	28

где 1 – $3 \cdot 10^{-2}$ с; 2 – $2 \cdot 10^{-2}$ с; 3 – $1 \cdot 10^{-2}$ с; 4 – не обработанная вода.

Зависимость прочности на сжатие цементно-песчаных растворов от сроков хранения обработанной воды затворения

1	R, МПа	0	7	9,6	12,8	15,5	20	21,7	23,4
	T, сутки	0	1	3	5	7	14	21	28
2	R, МПа	0	6	9	12,3	15	19	21,3	23
	T, сутки	0	1	3	5	7	14	21	28
3	R, МПа	0	5,2	8	12,1	13	18	20	22
	T, сутки	0	1	3	5	7	14	21	28
4	R, МПа	0	4	6	10	12	17	19,5	21
	T, сутки	0	1	3	5	7	14	21	28
5	R, МПа	0	2	3,5	8	10,3	15	17	18
	T, сутки	0	1	3	5	7	14	21	28

где 1 – 21 сутки; 2 – 14 суток; 3 – 7 суток; 4 – 1 сутки; 5 – не обработанная вода.

Метод повышения качества сырьевых материалов путем плазмохимической обработки обладает высокой эффективностью, не вызывает трудностей при использовании и отличается низкой стоимостью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Пименов А.И., Ибрагимов Р.А., Изотов В.С.* Влияние активации воды затворения и сульфата натрия на свойства цементного раствора // Известия КГАСУ. - 2013. - № 2 (24). – С. 247-252.
2. *Бруяко М.Г., Кравцова Д.В., Юрченко В.В., Соловьёв В.Г., Ушков В.А.* Влияние обработки сырьевых материалов низкотемпературной неравновесной плазмой на свойства строительных композитов // Строительные материалы. – 2014. - № 12. – С. 68-71.
3. *Bruyako M.G., Grigoryeva L.S., Kravtsova D.V.* Variable density cellular concrete // Advanced Materials Research. 2014. Т. 860-863. С. 1323-1326.
4. *Калядин А.Ю., Налбандян Г.В., Соловьёв В.Г., Богланова А.А., Ушков В.А.* Плазменная модификация компонентов строительных растворов – эффективный метод повышения их эксплуатационных свойств // Вестник МГСУ. – 2019. – Том 14. Выпуск 5. С. 548-558.
5. *Родионов Б.И., Родионова С.В., Стехин А.А., Яковлева Г.В.* О релаксации свойств активированной воды и применении ее в строительстве // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2007. № 9 (104). С. 24–25.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ЛЁГКИХ БЕТОНОВ

Цель исследования: изучение проблемы поиска возобновляемых ресурсов сырья для различных видов легкого бетона и рассмотрение использования органических заполнителей для их производства.

Лёгкие бетоны отличаются высокой пористостью (до 40%) и сравнительно небольшой средней плотностью (от 500 до 1800 кг/м³), широко используются для изготовления несущих и ограждающих конструкций. Относятся к классу конструкционно-теплоизоляционных бетонов. Основными источниками сырья для их получения являются различные горные породы, такие как вулканический туф, известняк-ракушечник, опока, диатомит и т.д. Все эти сырьевые компоненты являются исчерпаемыми не возобновляемыми природными ресурсами. Из-за не рационального использования природных ресурсов в последнее время стала актуальна проблема высокой скорости их исчерпаемости. Становится ясно, что логичным путём поиска решения данной проблемы является поиск новых источников, возобновляемых природных ресурсов для производства основного на данный момент строительного материала - бетона.

В результате поиска источников природного сырья в данной статье будет предложено использование борщевика Сосновского в качестве органического заполнителя для легких бетонов.

В настоящее время одной из серьезных проблем, вызывающих высокую экологическую опасность, является стихийное распространение борщевиков *Heracleum*, которые оказывают негативное влияние на людей и животный мир, а также наносит сильный экономический ущерб.

Самым распространенным видом является борщевик Сосновского (*Heracleum Sosnovsky Manden*). На сегодняшний день из-за экологической угрозы в странах Европы и в европейской части России проводят исследования по изучению его свойств и методам борьбы с этим растением.

Реализация идеи вовлечения борщевика в создание бетона решает сразу три основные проблемы экологического и экономического характера: проблема возобновляемости сырья; проблема высокой стоимости готового продукта; проблема уничтожения данного растения.

Таблица 1

Основные характеристики растения борщевик Сосновского

Наименование характеристики	Показатель
Урожайность	от 10 до 35 тысяч плодов на одно растение
Химический состав	протеин - 11,5-17,1% водорастворимые сахарав - 10,8-17,4% жир - 3,15-4,2% клетчатка - 15,7-20,1% безазотистые экстрактивные вещества - 51,7-52,1% прочие микроэлементы: железо, никель, медь, марганец, титан, бор
Содержание сахара (сравнение)	сахарный тростник 15% сахарная свекла 24% борщевик Сосновского 17-31%

Для статьи были проведены исследования по изучению основных свойств борщевика, как сырья для строительных материалов. Использовались высушенные образцы стержневой части растения, измельченные до определённой фракции. Особое внимание было уделено его горючести, так как данное свойство является основным недостатком борщевика, как природного органического материала. Были проведены опыты по обработке образцов растворами антипирена((NH₄)₂PO₄), а затем анализ потерь по массе вследствие этой обработки. Испытания проводились по методу огневой трубы в соответствии с ГОСТ 30244-94 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть». В результате опытов было получено снижение класса горючести от Г4 до Г2.

Таблица 2

Результаты испытаний на степень горючести

№	Образцы борщевика, массовые доли	(NH ₄) ₂ PO ₄ (по сухому остатку), массовые доли	П пористость (после пропитки антипиреном),%	<i>p</i> ₀ средняя плотность (после пропитки антипиреном),%
1	100	0	100	90
2	100	10	60	99
3	100	20	30	108
4	100	25	20	112,5

В ходе исследования экспериментально расчетным также были определены некоторые физико-механические свойства борщевика,

такие как средняя и насыпная плотность. Средняя плотность природного образца неправильной формы $\rho_0 = 123 \text{ кг/м}^3$, насыпная плотность образцов, измельченных до фракции 5-10 мм $\rho_n = 100 \text{ кг/м}^3$.

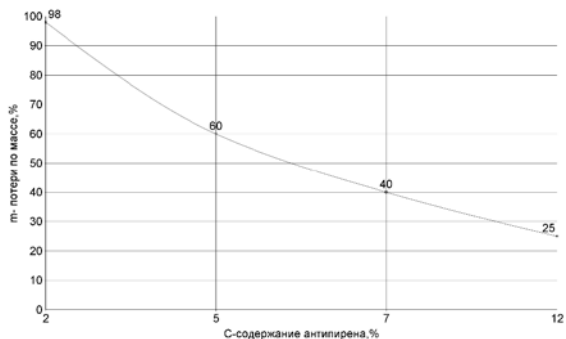


Рис.1. График зависимости потерь по массе от концентрации антипирена

Задачи для дальнейших исследований: более подробное исследование свойств борщевика с целью введения в качестве заполнителя и дальнейшее изучение полученных образцов. Разработка идей для более обширного использования борщевика Сосновского для сельского хозяйства и различных промышленных целей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

6. Мусихин П.В., Сигаев А.И. Исследование физических свойств и химического состава борщевика Сосновского и получение из него волокнистого полуфабриката // Современные технологии- 2006. - №3 - С. 65-67.
7. Кудряшова Р.А., Самаркина Н.В., Шеймухова Я.В. Применение суперпластификаторов в тяжёлом и лёгком бетонах // Вестник УлГТУ. – 2016. - № 1. _ С. 59-64.
8. Ушеров-Маршак А. В., Бабаевская Т. В. и др. Методологические аспекты современной технологии бетона // Бетон и железобетон. – 2002. – №1. – С. 5–7.
9. Бабенко М.М., Бендерский Ю.Б., Савицкий М.В. Органические заполнители из местных материалостник ПДАБА. -2013. - № 1-2. - С. 69-71.
10. Монгуш С.Ч. Влияние свойств мелких заполнителей на качество бетона // Вестник Тувинского государственного университета. – 2011. - № 3. - С. 4-8.

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В процессе эксплуатации все здания и сооружения подвергаются различного рода воздействиям: силовым, атмосферным, температурным и др. Как показывает опыт эксплуатации причина возникновения большинства дефектов и повреждений несущих конструкций связана с разрушением или отсутствием гидроизоляционной защиты. Характерными повреждениями являются: протечки, трещины, коррозионное повреждение бетона и стали, биологическая коррозия (грибок, лишайник, мох), разрушение теплоизоляционного слоя и др. Всё это приводит к снижению прочностных характеристик и потере несущей способности конструкций здания [1, 2]. Поэтому на стадии проектирования очень важно предусматривать гидроизоляционную защиту несущих конструкций.

В качестве гидроизоляции традиционно применяются: рулонная гидроизоляция на битумном и битумно-полимерном вяжущем на различной основе (рубероид, стеклорубероид, гидроизол), битумные эмульсии и мастики. Их применение связано с рядом особенностей. При монтаже рулонной гидроизоляции необходимо соблюдать ряд требований: поверхность должна быть подготовлена и обработана специальными праймирующими составами, при выполнении работ необходимо соблюдать температурно-влажностный режим, для наклеиваемых материалов требуется использование специальных нагревательных приборов. Особенность применения мастик заключается в смешении в оптимальном соотношении отдельных компонентов (вяжущего и растворителя) для достижения необходимой плотности состава в зависимости от его области применения. Кроме того, использование рулонной гидроизоляции и мастики требуют большого расхода материала и являются очень чувствительными к ультрафиолетовому излучению. Воздействие солнечных лучей ведёт к преждевременному старению материала, что напрямую сказывается на сроке их эксплуатации.

Для увеличения срока службы и повышения надежности эксплуатации зданий и сооружений сегодня всё чаще применяют современные гидроизоляционные материалы: инъекционная, напыляемая гидроизоляция, бентонитовые маты, мембранные покрытия и др. [3]. Рассмотрим некоторые из них.

1. Инъекционная гидроизоляция. В основе этого метода лежит процесс формирования мембраны между обрабатываемой конструкцией

и слоем влагонасыщенного грунта: во внешнее пространство защищаемой конструкции впрыскивается гидрофобный раствор, который застывает и закупоривает поры как в грунте, так и в стене. В зависимости от разновидности инъекционного материала такое покрытие обладает разной степенью жесткости, что может служить не только гидробарьером, но и армирующим слоем. В качестве инъекционного материала используют: полиуретановые гели; эпоксидные растворы; микроцементы; акрилаты. Как правило, инъекционный метод применяется при плановых или аварийных ремонтных работах подземных сооружений, где доступ к несущим конструкциям весьма ограничен (тоннели метрополитена, подземные паркинги, искусственные водоемы, коммуникационные коллекторы, подвальные помещения). Посредством данного метода эффективно устраняются течи, заделываются швы, трещины, обеспечивается противокapпиллярная защита цоколя и фундамента.

2. Bentonитовые маты представляют собой геотекстильный материал, который состоит из двух слоев синтетического полотна, в центре которых закреплена прослойка природной гранулированной бентонитовой глины, которая является активным компонентом материала. При взаимодействии с водой гранулы впитывают ее, увеличиваясь в объеме. Под давлением пригрузочного слоя (грунта, бетона, щебня) внутри материала образуется водонепроницаемый бентонитовый гель. Bentonитовые маты обладают свойством самозалечивания - при возникновении повреждений пластичный гель заполняет образовавшееся пространство, позволяя мату продолжать выполнять гидроизоляционные функции. Среди других достоинств можно выделить: биостойкость, стойкость к агрессивным средам, устойчивость к механическим повреждениям, стойкость к температурным колебаниям, простота монтажа и долговечность. Bentonитовые маты эффективны в использовании для горизонтальной и вертикальной гидроизоляции подземных и заглубленных частей зданий и сооружений (многоэтажные паркинги, пешеходные переходы, бассейны, транспортные тоннели, резервуары для воды, стены и крыши зданий), а также в качестве противofильтрационных экранов при возведении строительных полигонов промышленных и бытовых отходов, резервуаров для хранения нефти и горючесмазочных материалов и т.д.

3. Гидроизоляционная мембрана – одна из разновидностей полимерных плёнок, полученная из полиэтилена высокой и низкой плотности и содержащая антиокислители и другие компоненты, повышающие её технические характеристики. Мембранное покрытие представляет собой тонкое эластичное и гибкое полотно толщиной 0,5-

3,0мм. на сегодняшний день выделяют несколько типов мембранной гидроизоляции: ПВХ на основе поливинилхлорида с добавлением антипиренов и специальных пластификаторов, представляющая собой двухслойное паропроницаемое неармированное полотно; ТПО на основе термопластичных полиолефинов, с добавлением антипиренов, повышающих противопожарные свойства, а также стабилизаторами и антиоксидантами для повышения долговечности материала; ЭПДМ (этилен-пропилен-диен-мономер) на основе синтетического каучука с добавлением полимерных добавок для улучшения технических характеристик. Основными достоинствами мембранных покрытий могут служить: стойкость к УФ-излучению, агрессивным средам, механическим повреждениям, перепадам температур, коррозионная стойкость, малый вес, гибкость, простота монтажа. Применяются мембраны для защиты внутренних поверхностей подземных и надземных частей сооружения.

Правильно запроектированная гидроизоляция, соблюдение правил эксплуатации и своевременного проведения текущих и плановых ремонтных работ обеспечат долгий срок безаварийной эксплуатации зданий и сооружений различного назначения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Соловьёв В.Г., Шувалова Е.А., Орехова А.Ю., Тюрина А.А.* Анализ дефектов и повреждений железобетонных конструкций, характерных для подземных сооружений на примере защитных сооружений гражданской обороны // Научный журнал «Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость» Том 9 № 1, 2019, с. 124-133.
2. *Зайков Д. Н.* Новое поколение российских гидроизоляционных материалов проникающего действия // Строительные материалы. 2003. № 12. С. 20–21.
3. *Тухарели В.Д., Тухарели А.В., Габля А.А.* Современные тенденции развития технологий гидроизоляции здания и сооружений // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», №3, 2017.
4. *Шульженко Ю.П., Левин А.Ф.* Гидроизоляция. Проблемы надежности и долговечности в условиях мегаполиса// Жилищное строительство. 2010. № 5. С. 51-56.
5. *Горячев М. В.* Альтернативные технологии применения битумнополимерных материалов // Строительные материалы. 2005. № 3. С. 8–9.

ПОВЫШЕНИЕ СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН

В наше время все чаще появляется потребность в новых экологически безопасных сорбентах на основе природных глинистых материалов и алюмосиликатов. Недавно была разработана новая методика получения полусинтетических микропористых сорбентов – пиллар-глин. Глина и сорбционные материалы на их основе имеют более высокую адсорбционную ёмкость, по сравнению с другими адсорбентами.

Бентониты используют, так как у них достаточно высокая удельная поверхность, также у них высокая механическая и химическая стабильность и низкая стоимость. Но, к сожалению, из-за высокой пептизации в водных средах, их широко не используют.

Глинистые материалы имеют ряд особенностей. Например, анизотропность частиц, слоистая структура, разные типы поверхностей, пластичность и так далее.

Бентонитовые глины — это минеральные образования, относящиеся к классу алюмосиликатов. По происхождению бывают вулканическими (в результате изменения) и осадочными (образуются в процессе седиментации) породы.

Самым важным компонентом является смектид, который в свою очередь делится на диоктаэдрические и триоктаэдрические. Также одним из не менее важных компонентов бентонитовых глин является минерал монтмориллонит.

В зависимости от количества тех или иных минералов разделяются бентониты на щелочные и щелочноземельные. Такие различия проявляются из-за смектита, из-за которого бентониты имеют способность к обмену ионами.

Главная способность минералов группы монтмориллонитов является их свойство набухать в присутствии воды и отдавать адсорбированную воду при нагревании.

На данный момент главная задача по улучшению бентонитовых глин – повышение их сорбционной способности, а для сорбентов это увеличение их удельной поверхности, что дает им возможность увеличить их «поглотительную» способность. Основные виды активации природных бентонитовых глин является кислотная, термическая или солевая.

Модифицирование бентонита заключается в обмене межслоевых катионов. Такая модификация позволяет закрепить слои глины на определенном определённом расстоянии, при том, что при удалении воды слои не сужаются.

Модифицирование бентонитов осуществляется по двум методикам: «золь-гель», «соосаждения».

Методика «золь-гель» заключается в том, что водную суспензию с бентонитом оставляли на сутки, чтобы произошло набухание при комнатной температуре. После выдерживания, проводили обработку ультразвуком для улучшения диспергирования. Далее состаренный интеркалирующий раствор (золь) разбавляли по каплям 10% водную суспензию бентонита. Спустя 24 часа полученный модифицированный бентонит отделяли от жидкой фазы, отмывали дистиллированной водой и высушивали при комнатной температуре. После проводили термическую обработку при 500 градусах Цельсия в течение двух часов.

Такую методику можно проводить с интеркалирующим раствором, состоящим из алюминия хлорида и натрия гидроокиси или железа хлорида и натрия гидроокиси.

Модифицированные сорбенты на основе бентонита являются мелкопористыми. Величина удельной поверхности зависит от количества вводимого модифицирующего компонента. Насыщение поверхности исходного бентонита начинается примерно через час после начала эксперимента. Значение максимальной предельной адсорбционной ёмкости для исследуемых сорбентов 12,5 мг/г.

Методика «соосаждения» проводили обрабатывание бентонита как индивидуальными полигидроксокатионами железа и алюминия, так и смесью полигидроксокатионов с полигидроксокатионами циркония. В суспензию (водная) бентонита добавили соль модифицирующего металла. После суспензию обрабатывали ультразвуком и добавляли раствор натрия гидроокиси. В течение следующих суток суспензию подвергали старению. Через 24 часа полученный модифицированных бентонитов отделяли от жидкой фазы, отмывали водой и высушивали при 80 градусах Цельсия. Далее образцы гранулировали методами экструзии, либо вихревой накатки и подвергали термообработке при 550 градусах Цельсия.

Введение в бентонит полигидроксокатионов алюминия и железа не приводит к изменению минералогического и фазового состава бентонита. Однако обжиг приводит к изменениям в минералогическом составе сорбентов: вместо монтмориллонита появляется иллит. Также установлено, полигидроксокатионы алюминия и железа приводят к увеличению удельной поверхности, а значит сорбенты представляют

собой микропористый материал, который стабилен (до температуры 500 градусов Цельсия).

Бентонитовые глины применяются в различных областях. Например, косметология, металлургия, производство керамики, медицина, искусственные водоёмы и так далее. Но основной сферой использования является использование бентонитовых глин для бурения скважин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Москальчук Л.Н., Баклай А.А., Леонтьева Т.Г., Стреленко Д.К.* Сорбционные материалы на основе бентонитовой глины месторождения «Острожанское» для обеспечения безопасного обращения с радиоактивными отходами // Труды БГТУ. - 2015, № 3. - С. 70-76.
2. *Везенцев А. И., Королькова С. В., Воловичева Н. А.* Физико-химические характеристики природной и модифицированной глины месторождения «Поляна» Белгородской области // Сорбционные и хроматографические процессы. - 2008. № 5. С. 790–795.
3. *Гейдарзаде Г.М., Ягубов А.И., Мамедова С.А., Нуриев А.Н.* Повышение адсорбционных свойств природного даш-сахалинского бентонита модифицированием его катионноактивными ПАВ // Азербайджанский химический журнал. – 2014, № 4. – С. 30-33.
4. *Махкамова Д.Н., Содикова Ш.А., Усмонова З.Т.* Бентонитовая глина, её физикохимическая характеристика и применение в народном хозяйстве // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. 2019. № 6(63).
5. *Федоров Н.Н.* Методические аспекты определения свойств бентонитовых формовочных глин // Литьё и металлургия. 2014. № 4 (77). - С. 19-23.
6. ГОСТ 28177-89. Глины формовочные бентонитовые. Общие технические условия.

САМООЧИЩАЮЩИЕСЯ ФАСАДЫ

Большинство современных зданий имеют оригинальные фасады, требующие специального ухода. Если мойка фасадов долгое время не проводится, на них оседает грязь, пыль и копоть, что отрицательно сказывается на внешнем облике здания, а также способствуют грязевым отложениям и образованию коррозии металлических элементов. Для поддержания внешнего облика здания необходимо проводить мероприятия по отчистке фасадов. Мойка фасадов экономически не выгодна и также наносит вред обрабатываемой поверхности. На основании этих выводов появилась идея создать облицовочный материал, который не пачкается, и соответственно, не требует мойки и чистки. Затраты на содержание фасада из такого материала минимизируются, а срок службы облицовочного материала увеличивается. Достаточно детально эффект самоочищения описал Вильгельм Бартлолт еще в конце прошлого столетия на примере лотоса, который часто встречается в литературе как «эффект лотоса» (*Nelumbo pucifera*). Исследуя этот эффект, ученый предположил, что это свойство обусловлено сочетанием двух особенностей поверхности листьев лотоса: ее воскообразностью и покрывающими ее микробугорками.

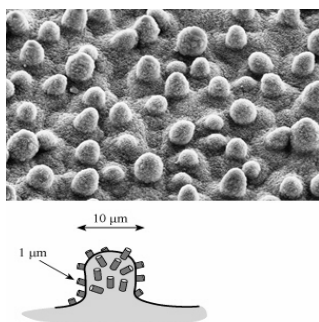


Рис. 1. В верхней части рисунка показана микрофотография поверхности листа лотоса, а в нижней - размеры пупырышков ($10\ \mu\text{m}=10\ \text{мкм}$) и микроворсинок ($1\ \mu\text{m}=1\ \text{мкм}$).

Для объяснения эффекта самоочищающейся поверхности могут служить два физических явления, которые в свою очередь лежат в основе процесса смачивания – это адгезия и когезия. Степень смачивания характеризуется таким понятием, как краевой угол. Краевой угол или угол смачивания – это угол, который образуется

между касательными плоскостями, которые проведены к межфазным плоскостям, ограничивающим смачивающую жидкость, а вершина такого угла лежит в точке контакта трех фаз (твердое тело, жидкость, газ). Увеличение значения краевого угла смачивания является показателем увеличения степени гидрофобности. Используя сочетание гидрофобности подложки и придание ей микрошероховатости, можно увеличить эффект гидрофобности покрытия, доведя угол краевого смачивания до 150° , т.е. придание этой поверхности гипергидрофобности, то есть эффекта самоочистения. Воздух, который находится между поверхностью подложки в пространствах вокруг бугорков и водой, обеспечивает больший эффект самоочистения, особенно в условиях контакта с атмосферной влагой. Существует закон Кассье, который описывает это явление с физической точки зрения. Он помогает найти наиболее эффективное значение угла контакта θ_c с жидкостью в случае, когда поверхность состоит не из одной фазы. Чтобы увеличить значение контактного угла для поверхности можно всего лишь придать ей шероховатость. Обеспечить снижение адгезии между водой и поверхностью материала можно с помощью степени шероховатости. Это связано с дисперсностью удаляемых частиц в том случае, если они присутствуют в воде, то есть это явление имеет взаимосвязь с размером удаляемых частиц. Так можно объяснить эффект удаления твердых частиц водой в связи с более высоким сцеплением между водой и твердыми частицами, чем сцепление между последними и поверхностью материала. Был проведен анализ научно-технической и патентной литературы, который позволил выявить основные принципы придания поверхности эффекта самоочищающихся поверхностей; а именно использование воскообразных веществ и формирование на поверхности изделий покрытий с микробуорками. По результатам проведенного анализа в качестве наиболее подходящего сырья были выбраны кремнийорганические соединения. У данных соединений есть особенность, которая заключается в том, что при нанесении их в виде пленок, они располагаются к жидкостям и твердым материалам таким образом, что кислород силоксановой связи приобретает направление к воде, керамике, стеклу и т.п., а углеводородные радикалы – в противоположную сторону. Таким явлением можно объяснить возникновение у такой поверхности гидрофобных свойств. В качестве веществ, которые увеличивают шероховатость поверхности этих пленок, мы использовали некоторые соединения из группы оксидов амфотерных металлов (TiO_2 , Al_2O_3). Мы это делаем для увеличения гидрофобности кремнийорганических (полисилоксановых) покрытий. На основе этих материалов были получены композиционные покрытия для различных типов материалов,

используемых в качестве фасадных облицовок. В таблице 1 приведены результаты определения гидрофобности по изменению краевого угла смачивания необработанной поверхности подложки к обработанной.

Таблица 1

Результаты определения гидрофобности по изменению краевого угла смачивания поверхности

Керамическая плитка с несмалятированной поверхностью Kozilius				
Измеряемый показатель	Без обработки	ГКЖ 94	ГКЖ 94+ TiO ₂	ГКЖ+ Al ₂ O ₃
Краевой угол, °	53	70	110	102
Увеличение, %			36	31
Керамическая плитка ручной формовки				
Краевой угол, °	Отсутствует	104	117	134
Увеличение, %			11	23

Использование дисперсного минерального гидрофобизатора в сочетании с кремнийорганическими жидкостями придает обрабатываемым поверхностям высокие гидрофобные свойства, а материалам эффект самоочистения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Соколова Е.В., Закревская Л.В., Гавриленко А.А., Любин П.А.* Новый фасадный композиционный материал, способный к самоочистению // Сборник докладов международной научно-практической конференции «Наукоемкие технологии и инновации» (октябрь 2016 г.). Белгород. БГТУ им. В.Г. Шухова, 2016. С. 380-384.
2. *Гусейнова С.Н., Мовсум-Заде Н.Ч.* Кремнийорганика – начало и основа элементоорганики // История и педагогика естествознания. - 2016. - №4. С. 64-72.
3. *Киселев М.Г., Савич В.В., Павич Т.П.* Определение краевого угла смачивания на плоских поверхностях // Наука и техника. – 2006.– № 1. – С. 38-41.
4. *Николаева М.В., Атласов Р.А., Кулагин С.В., Филиппова М.Д., Попов С.Ю.* Определение краевых углов смачивания методом лежащей капли нефтеносных пород западной Якутии // Вестник СВФУ. Серия «Науки о Земле». – 2017. - № 4 (08). С. 14-21.
5. *Иванов А.В., Сумм Б.Д.* К теории избирательного смачивания неоднородных твердых поверхностей // Вестник Московского ун-та. Сер. 2. Химия. – 2004. – Т. 45, № 2. – С. 139-142.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ШПАЛЫ

Железнодорожный транспорт является одним из основных видов транспорта в Российской Федерации и главным в осуществлении перевозок между регионами различного назначения. Для обеспечения бесперебойных поставок строятся все новые железные дороги с использованием новых технологий в целях оптимизации данного вида транспорта. В настоящее время существуют и применяются три вида железнодорожных шпал: деревянные, металлические и железобетонные. Главными достоинствами деревянных шпал являются их легкость, упругость, высокое электрическое сопротивление протеканию тока в рельсовых цепях. Но данный вид шпал имеет также и существенные недостатки, в числе которых небольшой срок службы, значительный расход чистой древесины и необходимость в регулярной обработке антисептиками, высокое водопоглощение. Металлические шпалы, напротив, имеют небольшой процент применения в нашей стране и в основном используются в странах Европы вследствие подходящих климатических условий. Достоинствами металлических шпал являются: большой срок службы, довольно маленькая масса, возможность укладки в горячих цехах промышленных предприятий. Недостатки заключаются в высокой жесткости пути, высокой электропроводности, значительном шуме при движении поездов и подверженности коррозии. На сегодняшний день самыми распространенными являются железобетонные шпалы. Они имеют большое количество преимуществ, что обуславливает их широкое применение. В число их достоинств входят: долговечность, обеспечение высокой устойчивости пути и плавности хода поездов, сбережение древесины, отсутствие подверженности гниению и коррозии, способность выдерживать большие сжимающие напряжения. Но, даже железобетонные шпалы имеют свои недостатки, в числе которых большая масса, наличие электропроводности, высокая жесткость и сложность монтажа.

Вследствие увеличения в последние годы объёма грузоперевозок и движения вагонов повышенной грузоподъёмности встал вопрос о разработке шпал с повышенными эксплуатационными характеристиками. Эта задача может быть решена за счет изменения типа и схемы армирования, введения специальных добавок, применения стеклопластиковой арматуры и другими методами [1].

Инновационным решением стала разработка принципиально нового вида шпал – композиционных. Работы по их разработке и изготовлению проводятся в странах Европы, Японии, США. Одним из перспективных видов композиционных шпал являются полимерные.

Ужесточившиеся требования к мероприятиям по охране окружающей среды диктуют требования к поиску новых, экологически безопасных решений для производства и эксплуатации строительных изделий. Состав полимерной шпалы представляет собой смесь вторичных пластмасс, стекловолокна, полиэтилена, нейлона, пластиковых бутылок и др. В основе производства лежит предварительная обработка подготовленной смеси с наполнителем и добавками в двухшнековом экструдере. Смесь подаётся в накопитель, а затем под давлением на станцию непрерывного наполнения форм на вращающемся коллекторе. Заполненные формы охлаждаются в водяных ваннах с течение 1-2 часов, после чего производится распалубка готовых изделий. Стандартные размеры полимерных шпал составляют: по длине 2,6 м; по ширине 18-23 см; вес – 90-130 кг. Испытания полимерных шпал на физико-механические свойства (коэффициент теплового расширения, пористость, сопротивляемость выдёргиванию резбовых костылей, остаточная деформация под нагрузкой, сопротивляемость изгибу) показали, что они все удовлетворяют техническим требованиям норм США. Признаков повреждений при воздействии атмосферных воздействий также не выявлено.

На данный момент полимерные шпалы используются не только в США, но и в Японии. Полимерные шпалы более долговечны и экологически безопасны, поскольку не требуют обработки специальными пропитками для защиты от биологической и атмосферной коррозии, которые при попадении на почву способствуют её отравлению, а также выделению ядовитых испарений при воздействии высоких температур. При установке полимерных шпал применяются те же крепёжные решения, что и для деревянных шпал. Кроме того, полимерные шпалы обладают низким водопоглощением, являются диэлектриками, не подвержены коррозии и могут подвергаться повторной переработке и использованию.

Для применения в России полимерных композиционных шпал существует ряд сдерживающих факторов, начиная от отсутствия промышленных линий и заканчивая климатическими условиями. Для безопасной эксплуатации данный тип шпал должен выдерживать диапазон температур от -70 до +50 °С. В противном случае их применение будет экономически и практически нецелесообразно.

На сегодняшний день в Российской Федерации также проводятся разработки различных видов композиционных шпал. Одним из них является шпала на основе отходов лесной и деревообрабатывающей промышленности. Основными компонентами для производства такого типа композиционных шпал являются отходы производства: древесные опилки и древесная щепа в количестве 78%, каучук и вискоза из старых автомобильных или тракторных покрышек – 12%, отрезки металлической проволоки – 10%. Основной износ шпал происходит от сжимающих усилий, которые передаются через подошву рельса при прохождении по путям подвижного состава. Проведённые испытания показали, что предел прочности на сжатие композиционной шпалы более, чем в 2 раза превышает тот же показатель для цельной древесины сосны, из которой выпиливаются деревянные шпалы для железнодорожных путей широкой колеи. Предел прочности при изгибе композиционной шпалы полностью соответствуют действующим эксплуатационным нагрузкам. На основании полученных результатов было принято решение продолжать работы по совершенствованию шпал данного типа путём введения различных связующих компонентов таких, как: клей, эпоксидная смола, парафин, полимерные материалы [3].

Разработка и применение различных типов композиционных шпал на основе вторичного использования отходов поможет решить проблемы, связанные с экологией и вопросами утилизации ТБО, а также обеспечить железнодорожные пути долговечными и износостойкими изделиями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Соловьёв В.Г., Шувалова Е.А., Нелогов С.К., Гацов Г.Б.* Способы повышения межремонтного срока железобетонных шпал // XVIII Международная научно-практическая конференция «Фундаментальные и прикладные науки сегодня». - North Charleston, USA, 1-2 апреля 2019. н.-и. ц. «Академический» 2019, том 1.
2. *Погодина Е.* Будущее – за полимерными шпалами // Пластик. - 2011. № 11 (105). С. 58-61.
3. *Кондратюк В.А., Петров В.Н., Воскобойников И.В.* исследование и разработка технологии получения композиционных железнодорожных шпал // Лесной Вестник. – 8/2012. С. 141-145.
4. *Курьянова Т.К., Платонов А.Д., Михеевская М.А., Паринов Д.А., Сафонов А.О., Мозговой Н.В., Первакова Е.А.* Состояние вопроса производства и эксплуатации железнодорожных шпал из различных материалов // Лесотехнический журнал. 2017, № 4. С. 157-166.
5. *Фадеева, Г. Д.* Железнодорожные шпалы: настоящее и будущее // Молодой ученый. – 2013. – № 6. – С. 161-163.

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАЛИВОЧНЫХ ПЕНОПЛАСТОВ

Газонаполненные материалы - пенопласты, которые состоят из закрытых ячеек, а так же поропласты, где полости заполненные газом сообщаются между собой. Более распространенный способ получения пенопластов беспрессовым методом. Существует разделение пенопластов по реакции на тепловое воздействие: термопластичные и термореактивные. Термопластичные пенопласты способны переходить в пластичное состояние при нагревании и возвращаться в исходную форму при охлаждении, следовательно, для них характерен способ предварительного вспенивания полимера, а термореактивные, однажды заполимеризовавшись, не смогут приобрести пластичность при нагревании, поэтому для них присущ способ заливочный или способ напыления. Номенклатура выпускаемых теплоизоляционных пенопластов весьма многообразна и представляется в виде плит, сегментов, скорлуп, полусфер, блоков и трехслойных панелей. Получение пенопластов происходит за счет ввода газовой фазы в полимер, тем самым получая вспененную массу определенной формы. Изготовление композиции заключается в смешивании полимера с компонентами. Приготовление пенопластов происходит путем добавления к полимерам разных веществ — порофоров (пенообразователей). Порофоры занимают весь объем полимера равномерно и при нагревании или добавления инициатора становятся гаообразными и создают замкнутые поры ($d \approx 0.1$ мм). Толщина стенок пор примерно в 10-100 раз меньше диаметра пор. Пористость позволяет уменьшить объемный вес материала, а улучшение свойств теплоизоляции и звукоизоляции обеспечивают замкнутые поры. Согласно теплоизоляционным качествам пенопласты практически равноценны недвижимому воздуху, представляя собой в данном взаимоотношении превосходными с целью иных использованных материалов. Вспененные пенопласты имеют относительно низкую прочность, однако, такая прочность позволяет пенопластам иметь твердый жесткий вид. Это позволяет применять пенопласты как изоляционный материал, а так же как конструкционный, что приводит к увеличению экономического эффекта. Существуют различные строительные пенопласты, получаемые заливочным способом: пенополиуретаны (ППУ), пенополистиролы (ППС), пенофенопласты ПФП) и другие. Технические характеристики приведены в таблице 1.

Технические характеристики пенопластов

Пено-пласт	Средняя плотность (кг/кб.м)	Коэффициент теплопроводности (Вт/м*К)	Пористость	Рабочая температура (°С)	Прочность при сжатии, МПа:
ППУ	30-150	0,021-0,038	Закрытая	-160..+150	0,3
ПФП	100-200	0,05-0,06	Закрытая	-80..+200	0,4
ППС	40-150	0,03-0,05	Закрытая	-100..+80	0,2-0,35

Если рассматривать по доступному сырью и относительной дешевизной производства можно выделить пенофенопласт. Важнейшей особенностью ПФП является то, что они устойчивы к относительно высоким температурам, а также минимальной горючестью. Однако при производстве и эксплуатации ПФП выделяют токсичные соединения, являющиеся впоследствии опасными для человека, в связи с этим, использование такой теплоизоляции особенно в помещениях сдержано. Снизить токсичность пенофенопластов можно путем связывания фенола комплексобразователями в тяжелые комплексные соединения [1]. За счет снижения материалоемкости свободный фенол и формальдегид выделяется меньше, следовательно, плотность фенолформальдегидных пенопластов снижается. Достичь этого можно при использовании газообразователей и катализаторов реакции поликонденсации фенола и формальдегида. В зонах производства пенофенопласта необходимо использовать вытяжные системы для уменьшения токсичных соединений в помещении. В камере пониженного давления возможно обеспечение отведения вредных веществ. При таких условиях создается разница давлений между разреженной средой в камере и газовой фазой внутри материала. В следствии этого, было проведено несколько экспериментов по получению заливочных ПФП, а так же были получены результаты. Вспенивание проходило в камере пониженного давления (объем 50 литров), где насосом (мощность 1770 Вт) обеспечивалось разрежение воздуха. Кратность вспенивания измерялась по ТУ 6-05- 1104-88 «Смола фенолоформальдегидная вспенивающаяся марки ФРВ1А». Сырьевые материалы: 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». Полученные результаты проведенных испытаний образцов приведены в таблице 2.

Исследование полученных данных позволяет предположить, что эффективность данного способа производства пенофенопластов

помогает уменьшить их плотность и снизить материалоемкость производства. Камера пониженного давления также обеспечивает контроль по снижению токсичности в помещениях. При дальнейшем развитии данной технологии создается возможность улавливать отводимый фенол и формальдегид с последующей переработкой.

Таблица 2

Полученные образцы

№	Конец индукционного периода, с	Окончание вспенивания, с	Кратность вспенивания	Плотность	
				низ, кг/м ³	верх, кг/м ³
При атмосферном давлении					
1	92	143	23,2	57,7	52,9
2	93	146	22,3	52,2	55,8
3	82	137	23,8	46,9	50,7
4	92	144	22,7	49,2	53,1
5	95	152	22,3	51,0	53,9
При пониженном давлении					
6	84	135	33,2	33,7	36,3
7	83	134	34,1	33,1	35,7
8	82	128	30,7	36,5	39,6
9	86	139	32,3	34,8	37,5
10	87	136	34,6	32,6	35,1

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. *Сергиенко А.В., Яцун И.В.* Современные теплоизоляционные материалы: виды, свойства, применение // Научные исследования. 2017. № 6 (17). Том 2. С. 9-10.
5. *Нгуен Вьет Кыонг, Сосновский Н.Ю., Янчук В.П., Смирнова А.М., Григорьева Л.С.* Получение заливочных пенофенопластов пониженной токсичности // Вестник МГСУ. 2019. Том 14. Выпуск 9. С. 1132-1139.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ИНТУМИСЦЕНТНЫХ АНТИПИРЕНОВ

Снижение пожарной опасности строительных конструкций и материалов в наше время продолжает оставаться перспективным направлением. Снижение пожароопасных свойств материалов уменьшает возможность возникновения пожара и его распространения, тем самым предотвращая угрозу для жизни человека и материальные прямые и косвенные потери. Поэтому снижение пожароопасных свойств материалов является неотъемлемой частью энергосбережения ресурсов, которому в последние десятилетия уделяют значительное внимание на федеральном уровне, вводя новые технические требования и нормативные документы. Основным способом снижения пожарной опасности строительных конструкций и материалов является применение антипиренов - негорючих веществ, которые в зависимости от состава различными способами предотвращают процесс окисления, нивелирующие пожароопасные свойства строительных конструкций и материалов. Одними из эффективных являются интумисцентные антипирены, обладающие свойством при взаимодействии с огнем, уже при низких значениях температуры, значительно увеличиваться в объеме, создавая тем самым коксообразный защитный барьер, служащий теплоизолятором, а также предотвращающий попадания окислителя в зону термического разложения материала, тем самым, позволяя избежать гомогенное горение.

Большинство производимых интумисцентных антипиренов создаются на основе окисленного терморасширяющегося графита, который 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. Достоинством данного материала в первую очередь являются высокий коэффициент вспучивания и предел огнестойкости до 3000⁰С, позволяющий широко применять его в малых количествах, тем самым не нагружать конструкцию и сохранять внутреннее пространство. Кроме использования в огнезащитных покрытиях, графит используется в производстве твёрдых смазочных материалов, в комбинированных жидких и пастообразных смазках, в производстве

различных уплотнителей (сальники, сальниковые набивки, манжеты, фланцы), в производстве вспучивающихся композиций для полимерных материалов и резины, в производстве абсорбента для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов с поверхности земли и воды, в прессовании различных форм из терморасширенного графита (ТРГ). Различные вариации технологии производства и исходных компонентов позволяют регулировать свойства графита, такие как: температура начала вспучивания, содержание углерода, степень расширения, размер частиц, содержание золы, рН, содержание летучих веществ и др. На данный момент на рынке представлено множество компаний, поставляющих окисленный терморасширяющийся графит с различными свойствами. Одной из них является «Хим Пэк», дающая возможность в зависимости от поставленной цели выбрать определенный материал с заданными характеристиками, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физико механические характеристики различных марок окисленного терморасширяющегося графита

Наименование показателя	Марки терморасширяющегося графита						
	EG-35	EG-150	EG-250	EG-350	EG-400	EG-803	EG-802H
Кислота, прим. при окислении	Серная	Серная	Серная	Серная	Серная	Серная	Серная
Содержание углерода, %	95	92	95	95	98	95	99
Степень расширения, мл/г	35	150	250	350	400	70	230
Размер частиц, mesh	100	150	50	50	50	80	80
Влажность, не более %	1	1	1	1	1	1	1
Содержание золы, не более %	5	5	5	5	2	5	1
Первоначаль	180	175	180	175	170	300	200

ное расширение при температуре °С							
pH	6-7	6-7	6-7	6-7	6-7	6-7	6-7
Содержание летучих веществ, не более%	10	15	12	15	10	15	15

Таким образом на основании анализа свойств, представленных на рынке интумисцентных антипиренов, можно сказать что их применение перспективно для снижения пожарной опасности, не прибегая к излишним нагрузкам на конструкцию, сохранению полезной площади и эстетичности жизненного пространство, что коррелирует с общей тенденцией энергосбережения ресурсов в современных реалиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Афанасьев С.В., Кузьмин И.В.* Металлофосфатные огнезащитные композиции для древесины и металлоконструкций // Пожаровзрывобезопасность. 2012, Т. 21, № 10. С. 48-52.
2. *Леонов Д.В., Устинова Т.П., Левкина Н.Л.* Комплексная оценка свойств полиамида – модифицированного промышленными марками окисленного графита // Пластические массы. 2017. № 5-6. С. 38-40.
3. *Афанасьев С.В., Кузьмин И.В.* Композиционные огнезащитные материалы для металлоконструкций // Изв. Вузов: Строительство. – 2011. - № . – С. 54-58.
4. *Афанасьев С.В., Коротков Р.В., Кузьмин И.В. Триполицин А.А.* Исследование эффективности огнезащитных составов на основе амидофосфата // Пожаровзрывобезопасность. – 2007. – Т. 16, № 3. – С. 28-31.
5. *Сорокева Е.В.* Пожарная опасность строительных пенопластов на основе реакционноспособных олигомеров. // Строительство – формирование среды жизнедеятельности. 2012.

ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРИМЕРЕ КЕРАМИЧЕСКОГО БОЯ

С каждым годом всё более актуальными становятся проблемы, связанные с экологией. Истощение природных ресурсов, загрязнение водного пространства неразлагающимся мусором, отравление почвы токсическими химическими веществами – всё это способствует загрязнению атмосферы, сокращению биологического разнообразия, гибели лесов и отдельных видов живых существ. Необходимыми условиями выживания человечества становятся охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.

Наряду с вышеперечисленными не менее актуальной является проблема утилизации твёрдых бытовых отходов (ТБО). На полигонах, предназначенных для хранения ТБО, не хватает места. Сжигание отходов также не является оптимальным решением утилизации., поскольку в процессе горения некоторые материалы выделяют массу вредных веществ, что ещё больше ухудшает экологическую обстановку. Кроме того, предприятия по сжиганию ТБО потребляют большое количество электроэнергии, что дополнительно может породить экономические проблемы.

Источниками ТБО являются как жилые и общественные объекты, так и промышленные предприятия, в частности, заводы по производству строительных материалов и изделий. В процессе производства формируется определённый процент брака, который отправляется на полигоны. Одним из путей решения проблемы утилизации твёрдых бытовых отходов в виде строительных материалов и изделий может служить их вторичное использование. Рассмотрим данное решение на примере вторичного использования керамических изделий.

На сегодняшний день основными источниками формирования объёма отходов керамических изделий служат:

- реализация программы реновации жилья, в рамках которой кирпичные постройки подлежат сносу [1];
- процесс производства, при котором брак кирпича может формироваться как на стадии подготовки сырьевых компонентов (некачественная переработка и подготовка глины, образование дутиков (известняковых включений), неправильно подобранный состав и др.), так и на стадии формования и производства изделий (несоответствие размерам, некачественная поверхность граней, нарушение теплового режима или скорости обжига и сушки и т.д.).

Условно керамический бой можно разделить на 3 группы:

- мелкая - осколки размером до 20 мм;
- средняя – обломки размером от 20 до 40 мм;
- крупная – обломки больших размеров величиной до 100 мм.

Перед процессом разделения на фракции все отходы проходят этап очистки, во время которого происходит отделение керамического боя от посторонних предметов, таких как дерево, бетонные и металлические включения.

Несмотря на то, что отходы керамических изделий не соответствуют стандартам эксплуатации, они пригодны для вторичного использования во многих сферах строительства, такие как: дорожное, жилое, промышленное, ландшафтное.

В дорожном строительстве кирпичный бой можно использовать при устройстве временных дорог, в качестве основания под основное покрытие, засыпке ям и выбоин при ремонте построенной действующей дороги. При обустройстве временных дорог или дорог с небольшой загрузкой, керамический бой служит хорошей заменой дорогостоящему щебню. Несмотря на то, что такая дорога при активном использовании прослужит всего несколько лет, керамическая крошка, после трамбовки хорошо пропускающая влагу, со временем превратится в прочный монолит и сможет служить основанием под укладку постоянного покрытия.

В жилом и промышленном строительстве керамический бой может помочь в подготовке почвы в качестве дренажных слоёв в заболоченных грунтах. Им засыпают болотистые и слабые почвы перед возведением зданий и сооружений и закладкой коммуникационных сетей (благодаря своей пористой структуре, кирпичные фракции хорошо прилегают друг к другу).

Керамическими отходами можно заменить керамзит при подсыпке под стяжку. При использовании боя для подсыпки важно производить армирование стяжки металлической сеткой.

Бой кирпича сохраняет свойства цельного кирпича, поэтому кирпичная крошка может частично выполнять функции утеплителя и звукоизоляции при применении её в качестве засыпки в деревянных междуэтажных перекрытиях или наполнителя в трехслойных стенах.

Также были проведены исследования по использованию боя керамических плиток в качестве активной минеральной добавки для получения добавочного цемента [2]. На основании проведённых испытаний было установлено, что введение добавки в количестве 5-20% оказало ускоряющее влияние на процесс твердения цемента: предел прочности при сжатии образцов с добавкой на основе

керамического боя на 6-12% выше прочности контрольных бездобавочных образцов.

При ландшафтном проектировании отходы керамического производства могут использоваться при оформлении садовых клумб, в качестве берега дачного пруда или ручья, обустройстве садовых дорожек. Так, бой кирпича разного вида или размера можно использовать для выкладки оригинальных узоров и композиций. Пригодится он и при изготовлении габионов (прямоугольные ящики из стальных сеток, заполненные каменным бутом и битым кирпичом). Измельченный в крошку кирпич является частью состава, используемый при засыпке теннисного поля.

Преимуществами использования керамических отходов в качестве вторичного сырья являются:

- низкая стоимость, общедоступность. Так, средняя стоимость одной тонны кирпичного боя составляет 200 рублей;
- снижение потребности в сырьевых ресурсах;
- отсутствие необходимости в разработке карьеров по добыче глины, что влечёт за собой сохранение лесов от вырубки и природного ландшафта.

Вторичное использование отходов строительных материалов поможет решить как экологические, так и экономические проблемы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Зимин Е.В.* Эколого-экономическая целесообразность использования материалов вторичной переработки в сфере ЖКХ в рамках программы реновации // Вестник университета № 7-8, 2017. С. 22-27.
2. *Батыров Б.Б., Бегжанова Г.Б., Искандарова М.* К вопросу использования керамического боя в качестве алюмосиликатной добавки для цемента // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2018. № 7(52).
3. *Батдалов М.М., Хадисов В.Х.* Использование кирпичного боя для производства строительных композитов // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. № 23, 2011_4. С. 102-105.
4. *Мархель Н.В., Масленникова Л.Л., Бабак Н.А.* Геоэкологическая оценка технологий получения строительных материалов с использованием отходов строительной отрасли // Известия ПГУПС. 2013, № 2. С. 133-141.
5. *Бабак Н. А., Масленникова Л. Л., Славина А. М.* Использование промышленных отходов при производстве жаростойких бетонов // Экология урбанизированных территорий. – 2009. – № 1. – С. 72–75.

ПРИДАНИЕ СПОСОБНОСТИ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ БЕТОНА ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ БИОАКТИВНОЙ ДОБАВКИ

В настоящее время бетон является самым широкоприменяемым материалом в строительстве. Однако, при воздействии неблагоприятных условий во время эксплуатации, в структуре бетона возможно образование микродефектов (микротрещин). При образовании микротрещины, в ее вершине образуется концентрация напряжений, что способствует дальнейшему ее развитию и переходу в макротрещину. Помимо снижения несущей способности, возможно попадание воды по макротрещине на арматуру, что будет провоцировать ее коррозию и существенно снизит надежность и долговечность конструкции. Традиционно восстановительные работы, проводящиеся для недопущения вышеописанной ситуации, выполняются с помощью гидрофобизирующей пропитки, инъецирования ремонтной смеси в трещины, либо торкретирования поверхности конструкции. Но ремонт может быть невозможен в случае, если микротрещины расположены в глубинной части конструкции. Одним из способов поддержания эксплуатационных свойств и увеличения долговечности бетонной конструкции является придание бетону способности восстанавливать собственную структуру. Для обеспечения процессов самовосстановления структуры бетонов на нано- и микроуровне используется в основном два принципиальных подхода, которые заключаются в следующем. Первый: введение на стадии получения формовочных масс микрокапсулы, которые содержат восстанавливающий компонент (например, олигомер) и отверждающий его катализатор. Второе решение основано на привлечении биопроцессов за счет биокарбонизации образующихся дефектов. Механика первого подхода заключается в том, что при повреждении материала микрокапсулы с восстанавливающим компонентом и его катализатором разрушаются, и их содержимое может вступать в реакцию, способствуя самовосстановлению структуры. В данной работе рассмотрен второй подход, который заключается в введении, при замешивании бетонной смеси, в этих микрокапсулах аэробных биоклеток, которые в безвоздушном пространстве находятся в состоянии анабиоза, но при попадании кислорода и воды из дефекта активизируются. При проникновении влаги и воздуха по образованной микротрещине, бактерии, активизируясь, взаимодействуют с питательной средой. Вследствие чего, при протекании биохимических

процессов, происходит купирование дефекта карбонатом кальция, останавливается развитие трещины и заполняет дефектный объем. Таким образом выполняется эффект самовосстановления, после чего клетки переходят в состояние анабиоза по причине прекращения доступа необходимых им воздуха и воды. В работе проверено влияние биодобавки на прочностные характеристики самовосстанавливающегося бетона. Подбор рациональной концентрации иммобилизации биомассы влияет на прочность. Так, в источнике [1] указано, что введение клеток более, чем 0,02% от массы цемента негативно сказывается на прочности изделия. Это связано с увеличением пленки адсорбированного ПАВа, синтезированного бактериями, на частицах цемента, что препятствует доступу воды. Для сравнения уреазной активности двух видов клеток при изменении pH и температуры во время гидратации цемента были выбраны бактерии вида *Bacillus subtilis* и *Rhodococcus erythropolis*. В таблице 1 представлены показатели влияния концентраций бактерий на прочностные характеристики материала на основе портландцемента.

Таблица 1

Влияние концентрации клеток на прочность образцов

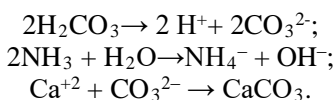
Вид клеток	Концентрация клеток, % к массе цемента				Прочность, МПа
	0	0,009	0,015	0,03	
<i>Bacillus subtilis</i>	6,8	6,6	6,7	6,5	Изгиб
	41,7	41,2	40,9	40,5	Сжатие
<i>Rhodococcus erythropolis</i>	7,1	6,9	7,1	6,8	Изгиб
	42,4	42,0	41,8	41,6	Сжатие

Следует отметить, что бактерии способны биокарбонизировать лишь микротрещины, размерами не более 0,5 мм и не могут полностью заполнить дефектный объем макротрещины, что говорит о их «некомпенентности» при больших дефектах.

При введении биоклеток в состав, необходимо обезопасить их от механических воздействий смесителя. Для этого используются «микрочтейнеры» в виде пористых заполнителей. Наличие в структуре бетона биомодернизированных пористых заполнителей будет служить участком надрыва при неравномерном распределении напряжений, что приведет к образованию микродефектов именно в биоактивной зоне вокруг него, где будет происходить «залечивание» дефекта.

Синтез карбоната кальция, кольматирующего дефект, происходит вследствие взаимодействия микробактерий и питательной среды. На осаждение карбоната кальция влияют три фактора: концентрация кальция; концентрация растворенного неорганического углерода; величина рН. При 25⁰С и 1 атм происходит процесс растворения СО₂ в водной среде, при дальнейшем взаимодействии с водой выделяется Н₂СО₃: СО₂ (г) ⇌ СО₂ (водн.); СО₂ (водн.) + Н₂О ↔ Н₂СО₃.

В процессе уреазной активности бактерий при гидролизе мочевины образуется аммиак и углекислота. 2СО (NH₂)₂ + Н₂О → NH₂СООН + NH₃. Далее при взаимодействии образованного карбоната с кальцием (из питательной среды) образуется СаСО₃. Этот процесс называется биокарбонизацией и именно он придает материалу способность самовосстанавливаться.



Сделан вывод, что данный метод является перспективным направлением увеличения долговечности и профилактики распространения микротрещин в структуре бетона. Также рассмотрены цеолитосодержащие горные породы, имеющие высокие адгезионно-когезионные свойства важные для эффективности иммобилизации микроорганизмов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Степанов Н.А., Ефременко Е.Н., Бруяко М.Г., Григорьева А.И.* Изменение свойств строительных материалов при введении в них биомассы бактерий с уреазной активностью // Вестник МГСУ. Т. 12. Выпуск 7 (106). С. 788-796.
2. *Баженов Ю. М.* Новый век: новые эффективные бетоны и технологии / Ю. М. Баженов, В. Р. Фаликман // Материалы I Всероссийской конференции по бетону и железобетону. – М., 2001. – С. 91–101.
3. *Баженов Ю. М.* Новый век: новые эффективные бетоны и технологии / Ю. М. Баженов, В. Р. Фаликман // Материалы I Всероссийской конференции по бетону и железобетону. – М., 2001. – С. 91–101.
4. *Ерофеев В.Т., Смирнов В.Ф., Аль Дулайми Салман Давуд Салман.* Бактерии для получения самовосстанавливающихся бетонов // Транспортные сооружения, 2018.
5. *Бруяко М.Г., Григорьева А.И., Кульчиев М.* Плазменная обработка природных цеолитов как метод повышения их активности и сорбционной емкости // Научная дискуссия. Инновационные строительные материалы и изделия, 2016.

ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЛЁГКИХ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ

В качестве наружных ограждающих конструкций долгое время наиболее востребованными считались однослойные и трёхслойные предварительно напряжённые железобетонные панели. Область их применения распространялась как на жилые, общественные, так и на промышленные здания. В последнее время всё большую популярность набирают легкие сэндвич-панели. Эти конструкции отличаются небольшим весом, технологичностью производства, легкостью монтажа, обладают высокими теплоизоляционными качествами, достаточно высокой прочностью, биостойкостью, а также являются более экономичными за счет отсутствия армирования и применения бетона. Так же стоит отметить их архитектурную привлекательность за счёт применения широкой гаммы цветов облицовочного слоя. При соблюдении правил эксплуатации, герметизации межпанельных стыков и регулярного покрытия поверхности панелей антикоррозионными составами, срок службы эксплуатации достигает 25 лет и более. Лёгкие сэндвич-панели широко применяются как в промышленном, так и в гражданском строительстве. Легкие сэндвич-панели представляют собой трехслойную конструкцию, состоящую из двух профилированных металлических листов и наполнителя между ними. В качестве наполнителя применяются теплоизоляционные материалы, такие как, минеральная вата и ячеистые пластмассы. В качестве внешних слоев может быть использован металлический лист толщиной 0,8-1,0 мм с различными покрытиями или без них. Обычно это холоднокатаная оцинкованная сталь с полимерным покрытием, оцинкованная сталь без покрытия либо нержавеющая сталь. Размеры и характеристики выпускаемых панелей соответствуют принятым стандартам, так ширина составляет 1000-1200 мм, длина 2000-14000 мм, а толщина в зависимости от вида утеплителя и требуемых теплофизических характеристик может варьироваться в пределах 50-250 мм. Панели могут использоваться в помещениях с неагрессивной или слабоагрессивной средой при наружной температуре воздуха от – 65°C до +75°C, при внутренней температуре воздуха до +30°C и относительной влажности воздуха не более 60%. Крепление сэндвич-панелей к каркасу здания происходит саморезами, между собой панели соединяются при помощи замков. Основой для технологии изготовления сэндвич панелей является циклическая схема

производства и модульный принцип. В отличие от поточной циклическая технология производства практически безотходна, позволяет сразу обнаружить и устранить производственный брак. Модульный принцип заключается в формировании комплектов оборудования, состоящих из следующих стандартных установок: разматывающий барабан, направляющее устройство, профилирующая машина, гильотина (подвижный узел резки), укладчик плит минеральной ваты (пенопласта), установка нанесения клея, пресс (термопресс), приемный стол, упаковщик панелей и другого вспомогательного оборудования. Производство может выполняться в автоматическом или полуавтоматическом режиме. Полуавтоматический способ состоит из следующих этапов: по заранее произведённому стальному профилю равномерно распределяют утеплитель, после чего наносится специальный полиуретановый клей и укладывается еще один лист профилированной стали. После этого панель помещают под пресс с высокой температурой для полного сцепления деталей. Так как в производстве используется ручной труд, этот метод менее технологичный и более дорогой. Автоматический способ представляет собой следующий процесс: на одну линию выкладывают два рулона оцинкованной стали, затем на них наносят слой теплоизоляции, после чего распределяют по поверхности слой двухкомпонентного полиуретанового клея при одновременной профилизации рулонной стали до тех пор, пока многослойный материал не станет единым изделием. Затем полуфабрикат помещают под пресс, в котором под воздействием высоких температур и давления получают готовое изделие. Стоит отметить, что утеплитель на основе ячеистых пластмасс укладывается плитами по размеру панели, а минеральная вата отдельными ламелями, ориентация волокон которых перпендикулярна длине панели, что повышает механическую прочность конструкции. При изготовлении панелей с ППУ или ПИР может использоваться метод заливки на непрерывной линии, который состоит из нескольких этапов. На первом этапе производится подготовка стальных листов. Металл поступает на завод в рулонах, которые устанавливаются на специальные разматывающие барабаны для непрерывной подачи металлического листа. Чтобы металлические листы лучше соединились с полиуретановой пеной с них предварительно снимают электрический заряд при помощи коронарного разряда. Второй этап - это этап профилирования металла, после чего на его поверхность наносится тонкий слой клея, который близок по составу к основному материалу пены и обладает повышенной адгезией к стали. Для этого металлический лист разогревают для обеспечения оптимального температурного режима, чтобы добиться идеальной адгезии

праймерного слоя к металлу. На третьем этапе производится нанесение теплоизоляционного слоя. С помощью двух взаимозаменяемых заливочных головок высокого давления пену равномерно распределяют по площади стальных листов по праймерному слою. Равномерности удается достичь за счет дифференцированной скорости движения заливочной головки. На четвертом этапе конструкция панели попадает на гусеничный пресс. В процессе её движения происходят реакции химических компонентов и ограничение расширения пены. Горизонтальные плоскости прессы представляют ровные стальные пластины, которые обеспечивают фиксированную толщину панелей – в каждом случае разную. На пятом этапе производится резка панели на определённые габариты по длине. Участок резки снабжен дисковой пилой и системой снятия заусенцев. На шестом этапе панель попадает в камеру охлаждения, в которой продолжается процесс формирования пены. После того как панели собраны в паллеты и упакованы, их отправляют на склад готовой продукции. Там при контролируемом температурном режиме еще около суток продолжается процесс формирования пены, после чего готовые изделия отправляются на реализацию. Таким образом, за счёт своей высокой технологичности при изготовлении и ряду преимуществ при эксплуатации лёгкие сэндвич-панели являются перспективным конструктивным элементом. А за счёт варьирования различных типов утеплителей область их применения может распространяться на здания с различными требованиями к огнестойкости и температурно-влажностному режиму.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Калинова О.А., Кобелев Е.А.* Устройство для монтажа сэндвич-панелей // Вестник науки и образования Северо-Запада России, 2018, Т. 4, № 1. С.
2. *Александров В.Б., Комарова С.Е., Воробьёва А.М.* Современные тенденции проектирования зданий с применением облицовочных фасадных материалов // Молодой исследователь Дона. 2017, № 3 (6). С. 35-39.
3. *Голушкова О.В., Комарова С.Л., Янович Д.Д.* Сэндвич-панели как альтернатива классическим строительным материалам и оценка их конкурентоспособности // Вестник Белорусско-Российского университета. 2015. №3 (48).
4. *Sychev S.A.* Monitoring and Logistics of Erection of Prefabricated Modular Buildings / S.A. Sychev, D. Sharipova // Indian Journal of Science and Technology. – 2015. – Vol. 8 (29). – P. 1–6.
5. *Казаков Ю.Н.* Технологии быстрого строительства экономичных малоэтажных жилых домов на основе оптимизированных легких сэндвич-панельных систем // Строительные науки. 2017, № 4. С. 95-102.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НИЗКОМОДУЛЬНОГО ВОЛОКНА В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТАХ

В последнее время при проектировании бетонных изделий всё более часто применяется дисперсное армирование высокомодульными и низкомоульными волокнами различной длины и диаметра. На сегодняшний день существует широкая номенклатура армирующих волокон. Среди высокомодульной выделяют стальную, базальтовую, стеклянную, углеродную. Среди низкомоульной наиболее известны полипропиленовые, полиэтиленовые, нейлоновые, акриловые, арамидные волокна. Такой тип армирования обладает рядом преимуществ: использование отходов производства, уменьшение веса конструкции, сокращение себестоимости изделия за счёт изменения технологии их производства и др. Кроме того, фибробетон обладает более однородной и пластичной структурой с высокими физико-механическими показателями изделий.

К армирующим волокнам предъявляется ряд требований: модуль упругости волокон должен превышать модуль упругости бетона; волокна должны быть химически стойкими и инертными к щелочной среде бетонной матрицы; волокна должны быть доступными с технологической и экономической точки зрения для обеспечения непрерывного производства изделий на их основе.

Выбор типа фибры зависит от вида изделия, особенностей его работы при эксплуатации и области его применения. Особый интерес представляет низкомоульная фибра. Низкомоульная синтетическая фибра - химически синтезируемые волокна при помощи технологий полимеризации, поликонденсации, карбонизации и др. Она характеризуется повышенной деформативностью, стойкостью к продуктам гидратации цемента, малым весом и является диэлектриком. Однако, кроме положительных качеств, низкомоульные волокна имеют ряд недостатков: низкий модуль упругости, плохая смачиваемость, низкая адгезия к цементной матрице, хрупкость при воздействии минусовых температур. Все эти свойства определяют область применения фибробетонных изделий. Наиболее распространённой является полипропиленовое волокно за счёт своей доступности и невысокой стоимости. В соответствии с рекомендациями компаний-производителей оптимальная концентрация фибры в объёме составляет 0,9 кг на 1 м³. Рассмотрим результаты ряда исследований тяжёлого бетона, дисперсно армированного полипропиленовой фиброй.

Прежде всего стоит отметить влияние процентной концентрации фибры на подвижность бетонной смеси при её формировании. Для изучения влияния полипропиленовой фибры на удобоукладываемость в лаборатории НИУ МГСУ были приготовлены смеси различных составов с одинаковым водоцементным отношением $V/C = 0,38$: контрольный (без фибры), с фиброй с различным содержанием её в объёме смеси (0,1%, 0,3%, 0,5%, 0,8%, 1,0%). Технические характеристики используемой фибры производства компании ООО «СиАйрлайд» приведены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-механические характеристики полипропиленовой фибры

№ п/п	Наименование характеристики	Значение
1	Ø волокна, мкм	17-25
2	Плотность, г/см ³	0,91
3	Прочность при растяжении, R, МПа	330-650
4	Модуль упругости, МПа	13000
5	Удлинение при разрыве, %	15-30

Подвижность бетонной смеси определялась путём осадки конуса ОК (в см). Осадка конуса контрольного состава составила 4 см, что соответствует марке по удобоукладываемости П1. При введении 0,1% и 0,3% волокна подвижность смеси не изменилась. При введении фибры большей концентрации смесь потеряла свою подвижность за счёт расхода воды затворения на смачиваемость поверхности каждого отдельного волокна. Для компенсации вводилась пластифицирующая добавка Sika ViscoCrete 570. При введении волокна в объёмной концентрации 0,5% количество гиперпластификатора составило 0,75% от массы цемента, а при введении волокна в количестве 0,8% и 1,0% по объёму для сохранения марки удобоукладываемости потребовалось введение 1,5% гиперпластификатора от объёма цемента и дополнительного объёма воды, что привело к изменению водоцементного отношения, которое в итоге составило $V/C=0,42$. Основным требованием к бетонным изделиям в процессе эксплуатации являются прочностные показатели. В лаборатории НИУ МГСУ были проведены испытания на сжатие бетонных образцов, армированных полипропиленовой фиброй в концентрации 0,5%, 0,8% и 1% по объёму. По итогам формирования образцы подвергались тепловлажностной обработке общей продолжительностью не более 15 часов. Испытания проводились на 28 сутки твердения бетона. Средние значения результатов испытаний приведены в таблице 2.

Средние значения испытаний на прочность при сжатии

Тип образца	Кубиковая прочность, МПа
Контрольный	64,89
С полипропиленовой фиброй 1,0%	46,3
С полипропиленовой фиброй 0,8%	53,6
С полипропиленовой фиброй 0,5%	59,5

Из таблицы видно, что прочность бетона при введении полипропиленовой фибры снижается в зависимости от величины её содержания. Так при введении 0,5% по объёму прочность бетона снизилась на 8,3% по сравнению с контрольным составом, при 0,8% - на 17,4%, при 1% - на 28,6%. Это связано с низким сцеплением волокон с цементной матрицей и неплотным их соприкосновением с защемлённым воздухом в зоне контакта. Для нивелирования этого недостатка необходимо разработать методы по увеличению адгезионных свойств полипропиленовой фибры к раствору, основанные на травлении удельной поверхности волокон.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Московский С.В., Носков А.С., Руднов В.С., Алёхин В.Н.* Влияние дисперсного армирования на деформационно-прочностные свойства бетона // Академический вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН. 2016. № 3. С. 67-71.
2. *Белоусов И.В., Шилов А.В., Меретуков З.А., Маилян Л.Д.* Применение фибробетона в железобетонных конструкциях // Инженерный вестник Дона. 2017, № 4.
3. *Соловьёв В.Г., Шувалова Е.А., Нуриллинов К.Х., Овакимян С.С.* Особенности применения полипропиленовых волокон в бетоне // XIX Международная научно-практическая конференция «Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований», North Charleston, USA, 21-22 мая 2019. н.-и. ц. «Академический» 2019.
4. *Коровкин М.О., Ерошкина Н.А., Ямбукова А.Р.* Исследование эффективности полимерной фибры в мелкозернистом бетоне // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». 2017. № 2.
5. *Усов Б.А., Сидельникова Е.В.* Промышленные полы со слоем износа из фибробетона / Б.А. Усов, Е.В. Сидельникова // Системные технологии. 2015. № 17. С. 70-83.

ВАРИАТРОПНЫЙ ЯЧЕИСТЫЙ БЕТОН

21 век – век технологий и модернизаций. Строительство не стоит на месте, и каждый день ученые-исследователи разрабатывают что-то новое и более эффективное. Строительные материалы по своему назначению разделяются на конструкционные, теплоизоляционные, акустические и т.д. У каждого материала есть свои функции и характеристики. Но если объединить две группы между собой, то можно получить материал, который будет вдвойне полезен. Исходя из такого принципа, строители придумали трехслойные – стеновые панели или как их еще называют сэндвич – панели. Они состоят из двух слоев твердого материала, выполняющих конструкционную функцию, и между ними слой утеплителя – роль теплоизоляции. Безусловно, такой строительный материал имеет огромное количество плюсов, но не обошлось и без минусов. Один из них и, на мой взгляд, самый важный недостаток – это соединение двух, совершенно разных по природе материалов, да еще и с двух сторон. Различная плотность, воздухопроницаемость, морозостойкость, паропроницаемость, коэффициент линейного расширения и др. – все это сказывается на долговечности и надежности конструкции. А именно эти два фактора являются основными критериями зданий и сооружений современного строительства. Ячеистый бетон – искусственный пористый материал, состоящий из минерального вяжущего и кремнезёмистого компонента, и содержащий равномерно распределённые поры трёх видов: ячеистые, капиллярные и гелевые. Из-за того, что у него большая пористость, которая достигается пено- или газотехнологией, этот материал имеет низкую теплопроводность и является теплоизоляционным. Но при этом же условия прочность у него низкая. Следовательно, материал не может применяться, как конструкционный. В связи с этим был разработан вариатропный ячеистый бетон, который обладает однородностью по химическому и минералогическому составу, но при этом некоторые его свойства меняются по толщине изделия. Если изменять плотность изделия от периферии к центру, то по краям получается жесткая корка, в центре же плотность низкая, а значит и теплопроводность тоже. Таким образом прочность изделия из вариатропного ячеистого бетона высока, теплопроводность низкая, и само изделие выполняет как теплоизоляционную, так и конструкционную функцию. Технология создания вариатропной структуры получается путём вспенивания ячеистого бетона в закрытой

перфорированной форме с введенными в пенобетонную смесь продуктами для газообразования: алюминиевой пудры и регуляторами процесса газообразования. Создается избыточное давление в системе и на выходе получается изделие с различной по сечению плотностью. Если регулировать процесс газообразования, то плотность тоже будет меняться. А степень вариатропности регулируется сечением и количеством дырок в форме, степенью заполнения формы и процессами газообразования. Для получения хороших результатов, стоит отталкиваться от коэффициента заполнения формы. Он находится, как отношение объема бетонной смеси к объему формы. Варьируя этим коэффициентом, плотность будет изменяться. Как всем известно, на производство ячеистого бетона нужно повышенное водотвердое отношение, так как материал должен содержать большое количество пор. Влага будет удаляться из материала в результате тепловой обработки. В результате этого будет наблюдаться усадка, а вода, удаляющаяся из микропор в межпоровых перегородках, приведет к ухудшению минеральной структуры, а следовательно и прочностных характеристик. Для этого и используются перфорированные формы, в которых влага будет удаляться на этапе формования через дыры да еще и в три стадии. При избыточном давлении сначала удаляется цементно-песчаный раствор (рис.1а) он забивает перфорацию и уже тогда начинается удаление цементного молока и формовочной воды (рис.1б). А через несколько минут будет выходить вообще только воздух (рис.1в). При этом обезвоживания не происходит.

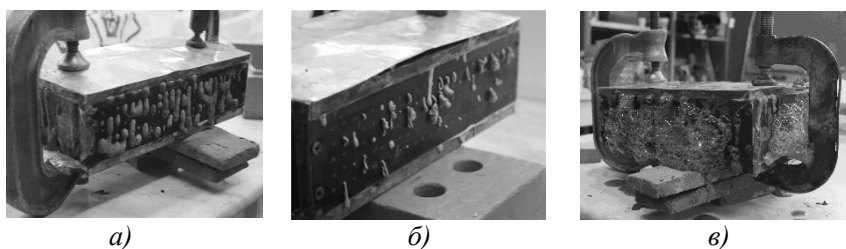


Рис. 1. Процесс выделения избыточной воды в перфорированной форме: а) выход цементно-песчаного раствора; б) выход цементного молока и формовочной воды; в) выход воздуха

Таким образом, применяя способ совмещения пено-, газотехнологии с регулируемым процессом газообразования и кратностью заполнения формы для получения вариатропности, можно создать изделие на основе ячеистого бетона, у которого будет высокая прочность и низкая теплопроводность. При этом к переменным

факторам относятся: характеристики пенобетонной смеси, кратность заполнения формы, концентрация газообразователей, концентрация ускорителей пенообразования. Изменяя их, мы получаем различные значения: средней плотности, коэффициента вариатропности, несущей способности, теплопроводности. На рис. 2 можно увидеть, как сильно отличается плотность от периферии к центру.

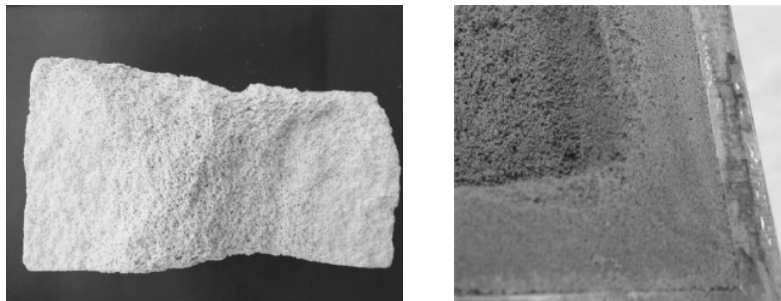


Рис. 2. Готовое изделие на основе вариатропного ячеистого бетона

Изделия из вариатропного ячеистого бетона в 4-5 раз прочнее, чем изделия из ячеистого бетона. А это значит, что они будут применяться при строительстве стен для малоэтажных зданий и ограждающих конструкций при монолитном строительстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Нажуев М.П., Яновская А.В., Холодняк М.Г., Халюшев А.К., Щербань Е.М., Стельмах С.А.* Изучение опыта регулирования свойств строительных изделий и конструкций путём направленного формирования их вариатропной структуры // Инженерный вестник Дона. – 2017. - № 3.
2. *Шорстов Р.А., Сулейманова Л.А., Кара К.А.* Технологии получения многослойных конструкций вариатропной структуры // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2019. - № 4. С. 32-39.
3. *Сахаров Г.П.* Ячеистые бетоны в посткризисный период // Научно-практический Интернет-журнал «Наука. Строительство. Образование». – 2011. - № 1.
4. *Сулейманова Л.А.* Высококачественные энергосберегающие и конкурентоспособные строительные материалы, изделия и конструкции // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 9–16.
5. *Крылов Б.А., Кириченко В.В.* Энергоэффективная технология производства пенобетонных изделий // Технологии бетонов. 2013. №12 (89). С. 47–49.

СПОСОБЫ ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ

Бетон представляет собой искусственный композитный материал, хорошо сопротивляющийся сжимающим усилиям. Однако при относительно небольших растягивающих нагрузках он быстро разрушается. В его растянутой зоне образуются трещины, снижающие несущую способность конструкции. Для обеспечения работы бетона на растягивающие усилия традиционно применяется стальная арматура в виде сварных или вязаных сеток и стержней различного профиля. В последнее время в качестве альтернативного варианта используется дисперсное армирование бетона фиброй. Фибра представляет собой металлические и неметаллические волокна минерального или органического происхождения различной длины и диаметра. Номенклатура применяемых волокон достаточно обширна: от дорогих и дефицитных углеродных волокон до относительно доступных для применения в массовом строительстве стальных, стеклянных, базальтовых, полимерных. Область применения дисперсно армированных конструкций и их характеристики зависят от свойств материала волокон. Преимуществами дисперсного армирования по сравнению с традиционным являются снижение трудо- и энергозатрат, связанных с предварительным напряжением арматурных стержней, снижение расхода стали, что в совокупности приводит к снижению себестоимости единицы продукции. Согласно проведённым исследованиям фибробетонные изделия обладают высокими прочностными показателями при растяжении и изгибе, повышенной трещиностойкостью и ударной вязкостью разрушения, что обеспечивает долговечность конструкции и её эксплуатационные характеристики. Однако, наряду с преимуществами при дисперсном армировании возникает существенный недостаток, влияющий на качество изготовления фибробетонной смеси и физико-механические характеристики производимого изделия. При введении волокон в больших объёмах может происходить их комкование в бетонной смеси и возникновение, так называемых «ежей», что делает невозможным получение строительного композита с однородными по всему объёму свойствами. Это приводит к снижению прочностных характеристик готового изделия. Поэтому одной из главных задач при производстве фибробетона является равномерное распределение армирующего компонента (фибры) по всему объёму бетонной матрицы. Разработка

устройств для осуществления равномерной подачи фибр в смеситель были начаты советскими учёными ещё в 70-е года XX столетия. На сегодняшний день при промышленном производстве в зависимости от типа производимого изделия и особенностей оборудования завода введение фибры в бетонную смесь может осуществляться следующими способами: принудительное перемешивание; напыление, набрызг, торкретирование; центрифугирование; вибропрессование; экструзия, гнутьё (прогиб) свежееотформованного слоя. Рассмотрим некоторые способы введения волокна.

Метод принудительного перемешивания. В процессе приготовления бетонной смеси используют бетоносмеситель принудительного действия, где происходит перемешивание фибры с сухими компонентами бетонной смеси, либо она вводится в готовую смесь, затворённую водой. Подача фибры в бетоносмеситель осуществляется при помощи установленного над ним специального устройства-барабана в виде «беличьего колеса» (рис. 1а). В барабан, имеющий сечение в виде окружности или многогранника, помещается навеска фибр на замес смеси. В процессе вращения барабана волокна под действием центробежных сил постепенно и равномерно подаются в смеситель в процессе перемешивания компонентов бетонной смеси. Общее время перемешивания должно составлять не более 5 минут. Уплотнение бетонной смеси при принудительном перемешивании осуществляется площадочными вибраторами.

Метод напыления, набрызга, торкретирования. Этот технологический способ происходит посредством смесительных, нагнетающих и напыляющих устройств, осуществляющих подачу бетонной смеси под давлением и одновременного ввода нарезанных волокон в опалубку под действием воздушного потока (рис. 1б). Производство работ предусматривает послойное нанесение торкретфибробетонных покрытий методом мокрого или сухого распыления смеси. Мокрый метод заключается в пневматическом распылении смеси, при котором затворённая волей фибробетонная смесь подаётся по шлангам к сопловому блоку, осуществляющим непрерывный набрызг под давлением в виде направленной струи. Время перемешивания фибробетонной смеси не должен превышать 3-х минут. В случае сухого метода цемент, заполнитель и волокна предварительно дозируются и перемешиваются с последующей их подачей в пневматический аппарат (цемент-пушка), из которого под давлением смесь вводится в поток сжатого воздуха и через систему трубопроводов подаётся на сопловый блок, в котором происходит смачивание смеси водой и распыление в виде струи. Используемые при методе пневмонапыления транспортные трубопроводы (шланги) легко

проходят через узкие места, в связи чем производство работ может осуществляться не только на открытом пространстве, но и в стеснённых условиях. Данный метод применяется при изготовлении конструкций купольного типа по пневмоопалубке, торкретировании подземных туннелей, для создания тонкостенных архитектурных элементов, а также при ремонтных работах, производимых в стеснённых условиях.

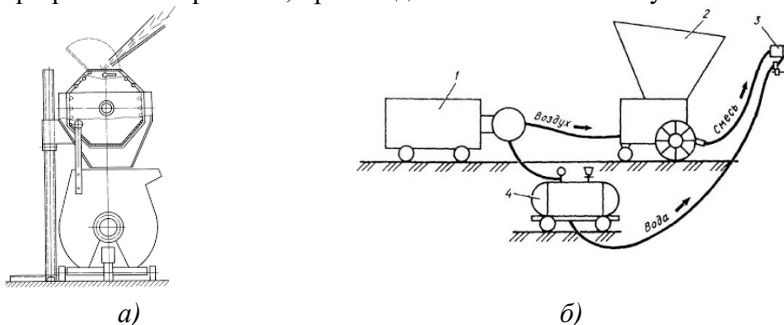


Рисунок 1 – Устройство для подачи фибр в бетономеситель:
 а) методом принудительного перемешивания;
 б) методом сухого торкретирования

Применение дисперсного армирования получает широкое распространение по всему миру вследствие снижения временных и трудовых затрат на производство работ и возведение строительных объектов. Соблюдение технологии изготовления фибробетонов значительно улучшает физико-механические характеристики готовых изделий и продлят срок службы зданий и сооружений на их основе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гуцкалов И.И., Литовченко В.В., Зулкарнеев Г.С., Медведев А.Д.* Технологические приёмы изготовления дисперсно-армированного мелкозернистого бетона на основе базальтовых волокон // Молодой учёный. – 2016. - № 9. - С. 125-131.
2. *Емельянова И.А., Бугаевский С.А.* Оборудование для возведения монолитных железобетонных конструкций системы «Монофант» способом торкретирования // Вестник ХНАДУ. -2016. - Вып. 72.
3. *Шувалов Н.Е.* Стальная фибра как эффективный упрочнительный компонент железобетонных конструкций // Современные научные исследования и инновации. 2017. № 11.
4. *Соломатов, В. И.* Элементы общей теории композиционных строительных материалов // Известие вузов. Строительство и архитектура. -1980.-№8.-С. 61-70.
5. *Михеев Н.М., Талантова К.В.* О технологии производства сталефибробетонных конструкций // Проектирование и строительство в Сибири. 2003. - №1. - С.32-34.

ФИБРОБЕТОН НА ОСНОВЕ ПЛАЗМОМОДИФИЦИРОВАННОЙ БАЗАЛЬТОВОЙ ФИБРЫ

Дисперсное армирование бетонов является перспективным способом улучшения его свойств. При равномерном распределении фибры по всему объему бетонной смеси перераспределяются усадочные напряжения при твердении от нагруженных зон на весь объем бетона; также при эксплуатации замедляется рост трещин благодаря перераспределению нормальных напряжений в касательные и перераспределению напряжений между всеми компонентами композита [1, 2]. Для обеспечения совместной работы компонентов фибробетона необходимо обеспечить их хорошее сцепление. Именно поэтому адгезионные-когезионные свойства всех составляющих так важны для прочностных показателей дисперсно-армированного бетона.

Высокое распространение получили высокомодульные (базальтовые, стальные и стеклянные) волокна благодаря хорошим физико-механическим характеристикам и доступности. Однако их низкие адгезионные свойства и плохое сцепление с минеральными матрицами являются проблемой для применения их в качестве армирующего элемента. Повышение эффективности фибробетона может быть осуществлено путем предварительной обработки поверхности исходных компонентов для повышения адгезионных характеристик, при обеспечении сохранения когезионных свойств исходных компонентов. Традиционно адгезионные свойства увеличивают с помощью химического, механического и физического (электромагнитного, ультрафиолетового) воздействия. Изучив научную литературу по данному вопросу, была выявлена возможность комплексного влияния плазмой на поверхностные и приповерхностные слои компонентов.

В данной работе обзревается метод улучшения адгезионных свойств базальтовой фибры методом обработки низкотемпературной неравновесной плазмой (НТП). В установке для получения плазмы присутствует трансформатор, преобразующий бытовые частоты 50 Гц в 40000Гц и 220 В в 8000 В, что обеспечивало пробой электроном при зашкаливающем ЭДС. При выходе электрона образуются лавинообразное воздействие электронами на поверхность волокна, что придает микродефектность поверхности за счет кинетической энергии электронов.

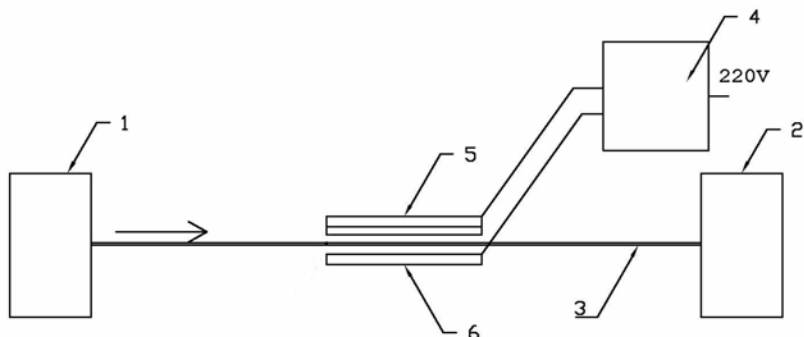


Рисунок 1 - Схема лабораторной плазмомодифицирующей установки: 1 - катушка первоначального ровинга базальтовой фибры; 2 - катушка модифицированного ровинга; 3 - рабочая часть ровинга; 4 - трансформатор; 5, 6 – электрод

Предварительно подвергшиеся НТНП (рис. 1) волокна базальтовой фибры были равномерно распределены в бетонной смеси и уложены в образцы-балочки размерами 40x40x160мм (при армировании фиброй 1,5% от массы образца) и в возрасте 28 суток испытаны на сжатие и изгиб по ГОСТ 310.4-81 «Бетоны. Методы определения предела прочности при сжатии и изгибе». Результаты представлены в таблице 1. Время обработки низкотемпературной неравновесной плазмой изменялось от 0 секунд (контрольные) до 5 секунд.

Таблица 2
Прочностные показатели цементного камня, армированного модифицированными волокнами

Время обработки, сек	0	1	3	5	Вид прочностных показателей, МПа
Модифицированное базальтовое	41,7	43,9	59,8	60,2	Предел прочности при сжатии
Модифицированное базальтовое	7,1	7,9	9,6	10	Предел прочности при изгибе

Воздействие потока электронов приводит к образованию дефектной структуры поверхностного слоя, улучшая тем самым адгезию волокна к матрице фибробетона, предположительно это связано с увеличением удельной поверхности и смачиваемости. Продолжительная обработка

приводит к изменению структуры не только поверхности, но и внутренней части волокон, что снижает их прочность. Именно поэтому важно подбирать воздействие рациональной продолжительности, для недопущения прохождения дефектов в внутрифазные связи. Из таблицы 1 можно сделать вывод, что предел прочности при сжатии композита на основе портландцемента, армированного модифицированными волокнами, увеличиваются до 31%, а предел прочности при изгибе - до 29%, что говорит о действенности и эффективности вышеописанного метода и является поводом к дальнейшим исследованиям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Федосов С.В., Мельников Б.Н., Акулова М.В., Шарнина Л.В., Елин В.К.* Применение плазмы в производстве фибробетонов // XI польско-российский семинар Теоретические основы строительства: Доклады. М.: Изд-во Ассоц. Строит. Вузов, 2002. - С. 325-330.
2. *Сарайкина К.А., Голубев В.А., Семкова Е.Н.* Щелочестойкость базальтового волокна и способы её повышения // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2012. № 1. С. 185-192.
3. *Василовская Н.Г., Енджиевская И.Г., Калугин И.Г.* Цементные композиций, дисперсно-армированные базальтовой фиброй // Вестник томского государственного архитектурно-строительного университета. 2011. № 3. С. 153-158.
4. *Аль Хашими Омар Исмаел Мохаммед* Базальтовая фибра: перспективы применения // Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. № 6 (95). С. 13-15.
5. *Волков И.В.* Проблемы применения фибробетона в отечественном строительстве // Строительные материалы, 2004. № 6 (594). С. 12-13.
6. *Ершов И.П., Зенитова Л.А., Абдуллин И.Ш.* Влияние плазмообработки на свойства стекловолокна // XX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, 2016.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КОНСТРУКЦИИ ЛЁГКИХ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ

Технические характеристики лёгких сэндвич-панелей во многом обусловлены видом утеплителя, применяемого при их изготовлении, отвечающий за тепло- и шумоизоляцию изделия. Теплоизоляционными материалами считаются материалы, имеющие коэффициент теплопроводности не более $0,175 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{С})$, среднюю плотность не выше $500 \text{ кг}/\text{м}^3$ и пористость (50-98)%. Современным направлением повышения уровня теплозащиты является использование материалов с теплопроводностью не более $0,06 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{С})$. Выбор материала для утеплителя зависит от нескольких факторов: теплопроводность; прочность; водопоглощение; устойчивость к перепаду температур; плотность; экологичность. Данным требованиям отвечают минеральная вата, пенополистирол, пенополиуретан и полиизоцианурат. Минеральную вату получают путем плавления сырьевой смеси в вагранках, ванных печах или электропечах, с последующим волокнообразованием из силикатного расплава. При изготовлении используют магматические горные породы (базальт, диабаз, габро) и промышленные отходы. По виду сырья неорганические волокна делятся на три разных типа: шлаковата, каменная и стеклянная вата. Изделия из данного материала нашли широкое применение в строительстве, так как обладают достаточной сырьевой базой, негорючестью, химической стойкостью и хорошими теплофизическими свойствами. В легких сэндвич-панелях в качестве утеплителя используются минераловатные плиты на основе пород базальтовой группы на синтетическом связующем. Ячеистые пластмассы - высокопористые материалы (пористость 90...98%) с преимущественно замкнутыми порами, структура которых сформирована в результате поризации полимерной композиции газообразующими добавками (изопентан, гексан и др.) с последующим отверждением. Ячеистые пластмассы являются одними из наиболее эффективных утеплителей, обладающими водо- и биостокостью. Наиболее широко применяются изделия на основе полистирола, полиуретана, также набирает популярность полиизоцианурат. Пенополистирол или ППС (экструзионный) – получают переработкой вспенивающейся полистирольной композиции в экструдере, в нем готовая масса выдавливается через прямоугольное отверстие – фильеру. Материал имеет замкнутую микроячеистую структуру с порами 0,1- 0,2 мм. ППС

является термопластичным пенопластом, который образован на основе полимеров с линейной структурой. По сравнению с аналогами обладает очень низким водопоглощением, паропроницаемостью, высокой эксплуатационной стойкостью и теплоизолирующей способностью, прочностью и способностью не терять форму и объём в разных условиях эксплуатации. Пенополиуретан (ППУ) и полиизоцианурат (ПИР) – это два класса сходных полимеров, получаемых при реакции нескольких компонентов. Пенополиуретан образуется вследствие реакции между полиолом и изоцианатом с образованием уретановых связей. Что касается полиизоцианурата, помимо данного процесса образуются также "тримерные" сетчатые структуры за счёт реакции молекул диизоцианата друг с другом. Их особенностью является обугливание при горении с образованием углеродной матрицы, которая служит защитой для внутренних слоев полимеров. Таким образом, полиизоцианурат имеет повышенную огнестойкость. Он не поддерживает горения, а также самостоятельно затухает при отсутствии источника пламени. Ниже приведена таблица физико-механических свойств некоторых типов утеплителей толщиной 100-120 мм.

Таблица 1

Физико-механические характеристики легких сэндвич-панелей с различными видами утеплителя

Показатель	Вид утеплителя			
	Минвата	ППС	ППУ	ПИР
Сопротивление теплопередаче, R (м ² ·°C)/Вт	2,67-3,25	28-3,37	3,31-3,94	3,54-4,22
Плотность, кг/м ³	≥105	20-150	40-80	40-80
Теплопроводность, Вт/м·°C	0,05	0,038-0,06	0,03-0,04	0,03-0,04
Паропроницаемость мг/(м·ч·Па)	0,38-0,6	0,05	0,05	0,05
Температура применения, °C	200	70	130	200
Класс горючести	НГ	Г3-Г4	Г2-Г4	Г1-Г2
Вес, кг/м ²	22-24	12,8	12,4	12,4
Водопоглощение, %	15-30	0,5-6	1-3	1-3
Прочность при сжатии, МПа	≥0,1	0,25-0,7	0,15-1	0,25-1

Пенополиуретан – полимерное соединение, образованное за счёт 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) можно получить жёсткие

пенополиуретаны, обладающие высокими тепло-изоляционными свойствами. Также в состав могут входить дистиллированная вода, красители, антиперены. ППУ имеет структуру из мелких закрытых наполненных вспенивающим газом пор, которые образовались в результате выделения CO_2 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. Жесткие ППУ для сэндвич-панелей изготавливают на стационарных и непрерывных линиях. Из недостатков можно отметить горючесть и утилизацию полимерных отходов. Благодаря современным технологиям вопрос понижения горючести можно решить за счёт введения антипиренов в виде фосфоросодержащих добавок. Что касается утилизации на данный момент существует несколько технологий: сжигание, физическая и химическая переработка. Анализируя данные таблицы 1, можно сделать вывод, что среди теплоизоляционных материалов, пенополиуретан по комплексу свойств является одним из наиболее эффективных для применения в конструкции лёгких сэндвич-панелей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Голушкова О.В., Комарова С.Л., Янович Д.Д.* Сэндвич-панели как альтернатива классическим строительным материалам и оценка их конкурентоспособности // Вестник Белорусско-Российского университета. 2015. №3 (48).
2. *Жуков А.Д., Тер-Закарян К.А., Тучаев Д.У., Петровский Е.С.* Энергоэффективное утепление продовольственных складов и хранилищ // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 1(361). С. 65-67.
3. *Жуков А.Д., Смирнова Т.А.* Теплоизоляция в огнезащитных конструкциях // Вестник МГСУ. 2011. № 1. С. 268-272.
4. *Соков В.Н.* Высокотемпературные теплоизоляционные материалы, синтезируемые в гидротеплосиловом поле // Вестник МГСУ. 2009. Спецвыпуск №3. С. 40-50.
5. *Сергиенко А.В., Яцун И.В.* Современные теплоизоляционные материалы: виды, свойства, применение // Научные исследования. 2017. № 6 (17). Том 2. С. 9-10.

ИСКУССТВЕННЫЙ КАМЕНЬ В ОТДЕЛКЕ ПОМЕЩЕНИЙ

Фасадное решение здания - основа внешнего вида будущего строения. Еще с давних времен, за счет своей выразительности и доступности, в строительстве активно применялся различный натуральный камень. Постройки, выполненные полностью или частично из камня, служили и служат людям многие века, неся при этом в себе эстетическую жилку. Сейчас же популяризована тенденция отделки фасада декоративным камнем – давно известный и широко используемый прием оформления внешних стен дома. Нам доступно огромное множество различного сырья и всевозможных технологий по производству строительных материалов. Искусственные облицовочные камни можно изготавливать в абсолютно любом цвете, форме и фактуре, что позволяет воплощать в жизнь как новые идеи, так и оживлять уже ранее имеющиеся архитектурные формы. Основой для изготовления искусственного камня являются цемент, вода, различные мелкие и крупные заполнители, а так же красящие вещества. За счет легкости в производстве, материал получают любых необходимых характеристик, а путем вибролитья и вибропрессования, получают изделия, точно повторяющие окрас и рельеф натуральных камней. Искусственный камень, по сравнению с натуральным, имеет ряд преимуществ: низкая стоимость; имеются четкие геометрические формы, которые упрощают его монтаж; вес искусственных камней меньше, а для монтажа не требуется дополнительное использование укрепляющей арматуры; материал прочный, устойчивый к механическим повреждениям; декоративный камень не боится влаги, огня, перепадов температуры, разрешен к использованию в любых помещениях; внутренняя поверхность камня плоская, при укладке не возникает трудностей с выравниванием по глубине; простота в обслуживании, материал антистатичен, не притягивает пыль и жир; легко поддается транспортировке, благодаря правильным формам и легкому весу. Визуально декоративный камень неотличим от натурального и не уступает по своим свойствам. Наиболее распространенным видом искусственного камня является керамогранит. Камень на основе шликера, сырье которого преимущественно состоит из каолина, обеспечивающего огнеупорность и хорошую связующую способность, так же присутствуют иллитовые глины, для придания большей пластичности, кварцевый песок; и полевые шпаты. Так же в составе присутствуют различные минералы и пигменты,

обеспечивающие достижение необходимых параметров, в том числе внешнего вида. Применяемый пигмент, гарантирует сохранение цвета даже через 15 – 20 лет эксплуатации. Добавки, изготовленные на основе искусственных смол, обеспечивают его прочностные параметры и повторяют природный рисунок. Это доступный по ценам и конструктивно более легкий материал, появившийся на рынке уже в 70-х годах прошлого столетия. Керамогранит выпускают в двух вариациях: облицовочный кирпич или плитка. Материал достаточно твердый, оценивается на 8 по шкале Мооса, что объясняет отсутствие царапин и пробоев на облицованной поверхности. По свойствам совмещает в себе качества керамики, фарфора и природного гранита. Материал имеет нескользящую поверхность и гигиеничность, целесообразно его использовать для напольного покрытия даже в помещениях с постоянным потоком людей, таких как аэропорты, тротуары, метро, уверенно обеспечивается продолжительная устойчивость к истиранию поверхностей. По структуре, керамогранит однороден и не имеет внутренних пустот, коэффициент водопоглощения минимальный, высокая влагостойкость и морозоустойчивость. Материал идеально подходит как для наружной облицовки стен, так и для облицовки помещений с повышенной влажностью, таких как ваннные комнаты, бассейны и душевые отсеки. Керамогранит проявляет инертность к щелочам, кислотам и прочим химическим соединениям, не выгорает под солнечными лучами и обладает абсолютной термостойкостью. Идеально подходит для облицовки вентилируемых фасадов зданий, большинство видов керамогранита выдерживают до 100 полных циклов замораживания и оттаивания. По своим эстетическим свойствам очень популярен искусственный материал, имеющий вид мрамора. Сырьем для изготовления является цементно-песчаная смесь, различные пигменты и смолы. Внешне искусственный мрамор сложно отличим от натурального, при этом есть возможность изготовления камня любой расцветки и текстуры. Все изделия имеют необходимую для облицовки геометрическую форму, что существенно упрощает монтаж объекта. В природе мрамор имеет крайне разнообразные вариации, которые объясняются местом добычи самого сырья, что, собственно, и сказывается на цене этого материала. Поверхность плит может быть глянцевой, матовой, рельефной. По свойствам искусственный мрамор ни чуть не уступает натуральному. В северных регионах применение искусственного камня оправдывается еще одним важным свойством: поверхность искусственного камня лучше поглощает и меньше отдает тепло, благодаря чему камень всегда остается теплым на ощупь. Натуральный же камень всегда является дополнительным источником дискомфорта. При этом материал не горюч, не проводит электричество

и не подвержен расслаиванию, так же является очень износостойким и не подвергается деформациям при ударе. Изделия из искусственного мрамора целесообразно использовать для облицовки стен, полов, отдельных дорожек и архитектурных элементов здания. Так же удобно использовать для кухонь, ванных комнат и полов, поскольку материал стоек к воздействию кислот, щелочей и жиров. В таблице 1 приведены некоторые сравнительные характеристики натурального и его искусственного аналога.

Таблица 1

Сравнение характеристик натурального и искусственного камня

Характеристика	Наименование материала			
	Гранит	Керамогранит	Мрамор натуральный	Мрамор искусственный
Плотность кг/м ²	2600-3000	1400	1900-2800	1500-2200
Прочность на изгиб, МПа	35	40	5-32	14
Водопоглощение, %	0,46	0,05-0,1	0,3-1	<1
Морозостойкость, кол-во циклов	50-200	100-300	25-100	150-300

Таким образом, искусственные аналоги природных материалов имеют ряд преимуществ и аргументов в свою пользу. Производство декоративных камней сейчас довольно развито и имеет большие перспективы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Федотов А.С.* Анализ существующих материалов для облицовки фасадов в малоэтажном домостроении // Региональное развитие: электронный научно-практический журнал. 2017. № 3(21).
2. *Харит О.М.* Производство архитектурных отделочных элементов зданий с использованием современных материалов и технологий // Технологии строительства, 2009. № 6. С. 34-38.
3. *Банова Н.Н.* Вопросы организации малоэтажного строительства в сфере отделки зданий. // Архитектурно-декоративные элементы для защиты зданий и сооружений от природно-техногенных воздействий. М.: ЦНИИС, 2009. С. 6-25.
4. *Сазонова Т.В., Казаков Д.С.* Новые решения в архитектурно-строительном проектировании и производстве строительных материалов // Вестник УГУЭС. Наука. Образование. Экономика. Серия: Экономика. 2014, № 1 (17). С 194 – 198.
5. *Кислый В.* Путь к дому. Малоэтажное жилище: между прошлым и будущим // Строительный эксперт, 1999, №17(60).

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ЖИДКОСТЕКОЛЬНЫЕ РЕМОНТНЫЕ СОСТАВЫ

В настоящее время бетон является одним из наиболее востребованных материалов в строительстве. Задача увеличения срока его службы, а также межремонтных сроков при обслуживании, является актуальной. В зависимости от типа ремонта и условий эксплуатации используются различные виды функциональных материалов, среди которых значительное место как по объему, так и по разнообразию, занимают ремонтные смеси. Строительные материалы и изделия на основе жидких стекол отличаются многообразием и широтой применения. Механическая прочность и высокая кислотостойкость при введении соответствующих отвердителей делает их незаменимыми при защите и ремонте конструкций и сооружений. Существуют упрочняющие пропитки проникающего действия - водные растворы силикатов щелочных металлов (натрия, калия, лития) с добавлением различных органических добавок. Данные материалы легко впитываются в бетон. Жидкое стекло вступает в реакцию с гидроксидом кальция с момента затворения смеси водой, вследствие чего образуются гидросиликаты кальция. Вновь образованные вещества кристаллизуются в порах бетона, как бы «доставляя» и «исправляя» кристаллическую решетку в поверхностном слое, что приводит к увеличению прочности на сжатие обработанного бетона. Жидкостекольная композиция также нейтрализует действие содержащихся в небольшом количестве солей щелочных металлов, переводя растворимые соли в нерастворимые. Существующие кислотоупорные композиции на основе жидкого стекла имеют небольшие сроки схватывания и твердения, обладают высокой прочностью и кислотостойкостью, не требуют сложного оборудования для приготовления, однако существенными недостатками подобных материалов являются высокая проницаемость в разбавленных кислотах, усадка при твердении и, как следствие, пониженная долговечность. Для улучшения функциональных свойств жидкостекольных композиций и устранения их недостатков необходимо проводить исследования в области их модификаций. Расширить область применения жидкого стекла позволит повышение его адгезионной и когезионной прочности. Традиционно адгезионные свойства увеличивают с помощью химического, механического и физического (электромагнитного, ультрафиолетового) воздействия. Изучив научную литературу по

данному вопросу, была выявлена возможность комплексного влияния плазмой на поверхностные и приповерхностные слои исходных компонентов. Для получения сравнительных характеристик при исследовании предела прочности при сжатии и коэффициента размягчения использовались следующие материалы:

1) Жидкое натриевое стекло, соответствующее требованиям ГОСТ 13078-81 «Стекло натриевое жидкое. Технические условия».

2) Портландцемент марки ПЦ 400 – Д0 (в качестве отвердителя) соответствующий требованиям ГОСТ 10178-85;

3) Мелкий заполнитель (кварцевый песок), соответствующий требованиям ГОСТ 8736-93 «Песок для строительных работ. Технические условия»;

4) Вода для затворения по ГОСТ 23732 – 2011 «Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия».

После воздействия плазмой на исходные компоненты были проведены следующие испытания: сроки схватывания и предел прочности при сжатии. Предел прочности при сжатии был определён в соответствии с ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам». Сроки схватывания цементного теста были проведены в соответствии с ГОСТ 310.3-76 «Цементы. Методы определения нормальной плотности, сроков схватывания и равномерности изменения объема». Полученные результаты были сравнены с результатами исследования компонентов не обработанных плазмой. В таблице 1 представлены зависимости сроков схватывания модифицированного цемента от немодифицированного. В таблице 2 представлены результаты испытаний композиций модифицированных и не подвергавшихся модификации.

Таблица 1

Зависимость сроков схватывания модифицированного и немодифицированного цемента

Портландцемент, ПЦ 400-Д0	Сроки схватывания, час-мин	
	начало	конец
Немодифицированный портландцемент	7-55	7-05
Модифицированный портландцемент	1-50	1-32

Согласно представленным значениям можно сделать следующие выводы: на стадии ранней гидратации после воздействия на цемент

неравновесной плазмой увеличивается количество центров кристаллизации, что приводит к уменьшению сроков схватывания.

Таблица 2

Результаты испытаний модифицированных и немодифицированных композиций

Показатели	Немодифицированные композиции			Модифицированные композиции		
	1	2	3	1	2	3
Предел прочности при сжатии, МПа	29,5	34,7	39,0	35,9	35,9	43,6
	30,2	34,6	37,7	36,0	36,0	44,7
	30,5	35,2	37,1	36,2	36,2	45,1
	30,7	34,9	38,6	35,0	35,0	44,2
	31,1	35,7	38,1	35,8	35,8	44,0
Коэффициент размягчения	0,81	0,82	0,83	0,94	0,96	1,0

Проведя анализ полученных результатов, можно сделать вывод: жидкостекляная композиция с модифицированными сырьевыми компонентами (портландцементом и кварцевым песком) обладает повышенными прочностными характеристиками и более высоким коэффициентом размягчения (как следствие, повышенной водонепроницаемостью), что доказывает положительное влияние низкотемпературной неравновесной плазмы на воздействуемые материалы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бычков А.В., Гайчева Е.В., Томченко К.С., Астрецов И.А.* Жидкое стекло в строительстве // Сборник избранных статей Международной научной конференции «Высокие технологии и инновации в науке». – Санкт-Петербург, 27 ноября 2019. С. 160-162.
2. *Максимов М.С.* Использование жидкого стекла для повышения долговечности // Международная молодежная научная конференция «СЕВЕРГЕОЭКТЕХ-2014». Ч. III: Материалы конференции. 17-19 марта 2004 г. - Ухта: УГТУ, 2004. - С. 81-83.
3. *Калядин А.Ю., Налбандян Г.В., Соловьев В.Г., Богданова А.А., Ушков В.А.* Плазменная модификация компонентов строительных растворов - эффективный метод повышения их эксплуатационных свойств // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. № 5 (128). С. 548-558.
4. *Пустовгар А.П., Соловьев В.Н., Матузов А.В.* Ремонтные составы для строительных конструкций // Вестник МГСУ. 2009. № S2. С. 229-233.
5. *Ревенок Т.В., Калитина М.А.* Ремонтные составы для железобетонных конструкций // Юбилейная научно-техническая конференция. - Москва, 30 мая 2001 г. - С. 242-243.

КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛА. СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ

На сегодняшний день наряду с железобетонными конструкциями металлические являются одними из самых востребованных. Благодаря своей высокой прочности они надёжны в эксплуатации и по сравнению с железобетонными имеют небольшой вес и габариты. Стальные конструкции широко применяют в качестве несущего каркаса в промышленных предприятиях, высотных зданиях, спортивных, и транспортных сооружениях. В течение всего срока эксплуатации металлические конструкции испытывают комплекс нагрузок и воздействий, которые влияют на эксплуатационные характеристики здания и несущую способность отдельных конструктивных элементов. Наибольшую опасность для прочностных характеристик металла представляет коррозионное повреждение. Под коррозией подразумевают разрушение стальных материалов в результате их химического или электрохимического взаимодействия с окружающей средой. Коррозия характеризуется потерей сечения металлической конструкции или отдельного элемента, что ведёт к снижению несущей способности. Коррозия может образовываться как на поверхности конструктивного элемента, так и его узлах и соединениях (сварные швы, болтовые соединения, узлы примыкания и др.).

Коррозию можно классифицировать на следующие группы:

- по виду протекания: электрохимическая и химическая;
- по типу разрушения: местная и сплошная;
- по условиям протекания: атмосферная, почвенная, морская, биологическая, контактная, щелевая, коррозия блуждающих токов и др.

Наиболее распространённым типом коррозии является атмосферная, источником которой служит окружающая среда: относительная влажность воздуха, температурные колебания, возможность образования конденсата, состав и концентрация пыли и газа. Самыми разрушительными считаются почвенный и морской тип коррозионного повреждения. Это связано со средой её протекания, в которой содержатся множество химических элементов и соединений, служащие катализаторами коррозионного процесса. Основой биологической коррозии являются продукты жизнедеятельности различных микроорганизмов, живущих в эксплуатационной среде (воде, грунте) и создают коррозионно-активную среду за счёт выделения минеральных и органических кислот, ферментов и др.

Также особое значение имеет характер разрушения поверхности металла. Сплошная коррозия подразделяется на равномерную, неравномерную и структурно-избирательную (рис. 1) в зависимости от глубины поражения на отдельных участках.

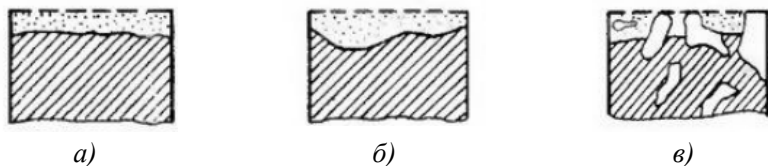


Рис. 1 – Виды сплошного коррозионного повреждения металла: а) равномерное; б) неравномерное; в) структурно-избирательное

Повреждения при местной коррозии локализуются на отдельных участках поверхности. Различают коррозию пятнами, язвенную, точечную (рис. 2). Из последней в дальнейшем может развиваться подповерхностная коррозия, захватывающая слой металла. Язвенная коррозия связана с образованием толстых слоев продуктов коррозии, покрывающих всю поверхность металла или значительные ее участки. Коррозионные язвы являются острыми концентраторами напряжений и могут оказаться инициаторами зарождения усталостных трещин и в дальнейшем хрупких разрушений конструкции.

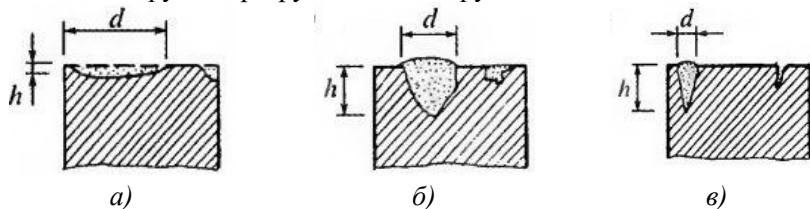


Рис. 2 – Виды местного коррозионного повреждения металла: а) пятнами; б) язвенное; в) точечное

Все методы защиты можно условно разделить на три основных: легирование металлов, применение защитных покрытий и электрохимическая защита.

Легирование металлов - метод, который заключается во введении в сплав компонентов (хром, никель, вольфрам и др.), способствующих образованию плотных продуктов реакции и предохраняющих сплав от дальнейшей коррозии.

Защитные покрытия подразделяются на металлические и неметаллические. Этот способ защиты заключается в изолировании металла от воздействия окружающей агрессивной среды при помощи нанесения на его поверхность красок и лаков. Выбор типа покрытия

зависит от условий эксплуатации стального изделия. Материалами для металлических покрытий могут служить как чистые металлы (цинк, кадмий, алюминий, никель, медь, хром, серебро), так и их сплавы (бронза, латунь). Металлическое покрытие наносится на поверхность стального элемента горячим или гальваническим способом. Роль неметаллических покрытий выполняют органические и неорганические соединения. К органическим относятся лакокрасочные покрытия, покрытия смолами, пластмассами, полимерными плёнками, резиной. К неорганическим относят эмали, оксиды металлов, соединения хрома, фосфора и др.

Электрохимическая защита разделяется на катодную и протекторную. Катодная защита осуществляется при помощи постоянного источника тока, который создает на поверхности защищаемого стального изделия катодную поляризацию электродов микрогальванических пар, в результате которого происходит смещение электрического потенциала. Протекторная защита заключается в присоединении к поверхности более активного металла, который воспринимает разрушающие воздействия окружающей среды и таким образом защищает само изделие. Электрохимическая защита применяется для защиты подводных лодок, днища кораблей, шлюзовых ворот, резервуаров, буровых платформ, подземных трубопроводов, кабелей и др.

Коррозионное повреждение ежегодно приносит многомиллионные убытки, поэтому защитные мероприятия имеют большой экономический эффект за счёт сокращения затрат на ремонт и замену конструкций или отдельных элементов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Чепкасова О.А., Садилов А.И., Хмелев С.В.* Коррозия металлов // Молодой учёный. – 2015. - № 23. – С. 260-261.
2. *Тапаева А.П., Кожгаельдиева Г.Т.* Методы защиты коррозии // Молодой ученый. – 2014. - № 1.2. - С. 5-7.
3. *Орленко В.А.* Способы защиты металлоконструкций от коррозии // Молодой ученый. – 2019. - № 24. - С. 144-145.
4. *Харченко У.В., Беленева И.А., Ковальчук Ю.Л., Карпов В.А.* Оценка коррозионной агрессивности морской воды по показателям микробиологической активности сообществ обрастания металлических материалов// Коррозия: материалы, защита. 2010. № 12. С. 30-34.
5. *Вигдорovich В.И., Шель Н.В., Крылова А.Г.* Особенности атмосферной коррозии металлов // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2001. Т. 6. № 3. С. 279-289.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ УКЛОНА НА ПЛОСКИХ КРОВЛЯХ

Основная задача конструкции крыши и кровельного покрытия – защитить здание или сооружения от воздействия окружающей среды. В процессе эксплуатации кровельное покрытие воспринимает целый комплекс нагрузок: ветровые нагрузки, ультрафиолетовое излучение, атмосферные осадки. Для своевременного отвода воды с кровли при строительстве здания проектируют систему водоотведения, которая определяется конструктивным решением крыши. При скатных крышах устраивают наружный организованный водосток, при плоских или малоуклонных – внутренний. Наиболее ответственной является конструкция плоской или малоуклонной крыши по причине опасности застоя воды на её поверхности. Скопление осадков приводит к разрушению гидроизоляционного и теплоизоляционного слоёв, нарушению температурно-влажностного режима помещений, что может стать одной из причин возникновения и развития биологической и атмосферной коррозии по поверхности несущих конструкций. Внутренний организованный водоотвод состоит из: водосборной воронки, куда попадает вода с кровли, вертикального наклонного водосточного стояка \varnothing 100 мм, который проходит по всей высоте здания и выводится наружу на уровне отмостки, после чего вода попадает в водоприёмный лоток, при помощи которого она отводится в канализацию. Количество воронок определяется по нормативной площади водосброса на 1 воронку в м^2 . Площадь водосброса зависит от типа кровли (малоуклонная или плоская) и климатических условий (интенсивность дождей в л/га). Для стока воды в водоприёмные воронки на поверхности кровли организуют уклоны и контруклоны. Контруклоном называется дополнительный уклон для отведения воды от парапета. Величина угла рассчитывается на стадии проектирования. Согласно СП 17.13330.2011 «Кровли», минимальный уклон для плоской кровли с должен составлять 1,7 %, максимальный — 17,6 % (или $1,5^\circ$ и 10° соответственно). Уклон и контруклон можно создать посредством металлического каркаса, цементной стяжки, насыпных материалов (керамзит, перлит, шлак). Устройство цементной стяжки и каркаса в виде стальных профилей и профилированного листа увеличивает нагрузку на 1 м^2 кровельного покрытия. Особенность устройства насыпных материалов заключается в способности под действием силы тяжести смещаться, что приводит к нарушению

проектных уклонов. Кроме того, при применении сыпучего утеплителя, поверх него устраивают стяжку, что также приводит к утяжелению кровли. Наиболее быстрым и надёжным способом организации уклона на данный момент считается применение специальной системы водоотведения на основе теплоизоляционных материалов, изготовленных из каменной ваты («Руф уклон» компании Rockwool) или из экструзионного пенополистирола («Carbon prof slope» корпорации «ТЕХНОниколь»). Система уклонов формируется из клиновидных плит переменной толщины, смонтированных на поверхность в определённом порядке. Монтируют их, как правило, поверх основного теплоизоляционного слоя, поскольку это упрощает процесс монтажа и не приводит к образованию щелей на стыках теплоизоляционных плит из-за неровности основания. Крепление элементов осуществляется механическим способом аналогично основному слою теплоизоляции. Плиты из каменной ваты имеют следующие стандартные габаритные размеры: длина – 1000 мм; ширина – 200, 300, 600 мм; толщина – от 5 до 65 мм. Плиты из экструзионного пенополистирола выполнены по длине – 1200 мм; по ширине 600 мм; по толщине от 10 до 60 мм. Изделия могут иметь уклон как в одном, так и в двух направлениях в зависимости от своего назначения. Оптимальное расположение плит определяется на основе проектных расчётов в зависимости от принятых конструктивных решений.

Работы по монтажу кровельного покрытия с применением клиновидных плит выполняются в следующем порядке:

1. Устройство пароизоляционного слоя поверх несущего элемента конструкции.
2. Монтаж основного теплоизоляционного слоя и утепление парапетов.
3. Устройство основного уклонообразующего слоя, из которого формируются коньки и ендовы.
4. Монтаж элементов, из которого формируется контуклон для отведения воды от парапета и стока воды между водоприёмными воронками. Контруклон устраивается поверх основного уклонообразующего слоя.
5. Устройство гидроизоляции по цементно-песчаной стяжке.

Сравнение основных физико-механических характеристик систем водоотведения на основе экструзионного пенополистирола и каменной ваты приведены в таблице 1.

Из таблицы видно, что оба вида теплоизоляционных клиновидных плит имеют ряд преимуществ: низкий коэффициент теплопроводности, гидрофобность, устойчивость к деформациям. Кроме того, плиты

биостойки и имеют малый вес, что снижает общий вес от 1 м² покрытия и позволяет не прибегать к помощи подъемных механизмов.

Таблица 1

Основные физико-механические свойства систем водоотведения на основе экструзионного пенополистирола и каменной ваты

Наименование характеристики	Показатель	
	ЭППС	Каменная вата
Плотность, кг/м ³	23-45	100-190
Теплопроводность при (25±5) ⁰ С, не более Вт/(м·К)	0,028	0,05
Водопоглощение по объёму, не более %	0,2	1,0
Предел прочности на сжатие при 10% линейной деформации, не менее кПа	250	30-80
Группа горючести	Г3-Г4	НГ

Применение клиновидных плит на основе теплоизоляционных материалов позволяют не только создать уклоны контруклоны на кровле по ровному основанию, но и увеличить уклоны при реконструкции кровли, создать разуклонку у вентиляционных шахт и зенитных фонарей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпов Г.Н. Проблемы при устройстве рулонных кровель и их решение // Вестник ОГУ. 2006. Т. 2, № 2. С. 117-120.
2. Радкевич А.В., Худенко В.Ф., Глущенко В.М. Анализ существующих проблем организационно-технологической надёжности кровельных систем // Вестник ДНУЗТ. 2015, № 2 (56). С. 222-229.
3. Жолобов, А. Л. Новый подход в проектировании, устройстве, реконструкции и капитальном ремонте кровель / А. Л. Жолобов // Перспективы развития строит. комплекса : материалы IV междунар. науч.-практ. конф. (22.10– 26.10.2012) / Астрах. инж.-строит. ин-т. – Астрахань, 2012. – С. 34–38.
4. Сокова, С. Д. Расчет надёжности и долговечности кровель / С. Д. Сокова // Строит. материалы и конструкции. – 2010. – № 3. – С. 633–638.
5. Бондаренко И.Н., Нейман С.М., Созинов С.В. Современные кровельные материалы и конструкции кровель, используемых для жилых и промышленных зданий // Вестник МГСУ. 2010, № 4. С. 31-37.

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ПЕНОПОЛИУРЕТАНЫ

В начале нового десятилетия всё так же остро стоит вопрос энергосбережение ресурсов. Так потери тепловой энергии при транспортировке энергоносителя к потребителям достигают в нашей стране 30%. Сохраняется общая тенденция России и стран Европы к повышению норм сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций на законодательном уровне, что обуславливает использование новых технологий и, таким образом, становится явной необходимость использования эффективной теплоизоляции с повышенным сопротивлением теплопередаче. В настоящее время перспективными материалами являются газонаполненные пластмассы в частности пенополиуретан (ППУ), обладающий закрытой ячеистой пористостью (85-95%), обуславливающей его водонепроницаемость и имеющий показатели по плотности от 5 кг/м^3 до 90 кг/м^3 , а также наименьшей теплопроводностью из инновационных материалов ($0,028 \text{ Вт/(м*К)}$). Плюсами этого материала также являются: повышенная адгезия к стеклу, дереву, бетону, металлу, кирпичу, реологические характеристики и значительный коэффициент вспенивания, позволяющий получать теплоизоляционные изделия различной сложности форм. На данный момент на основе ППУ выпускают плиты, маты, трубы, сегменты, композиционные системы, предизолированные трубы, сэндвич-панели и т. д. Однако существенным недостатком данного утеплителя является повышенная горючесть (Г3, Г4) и дымообразующая способность, которая сужает спектр его применения. Порог рабочей температуры эксплуатации ППУ при длительном воздействии достигает $130 \text{ }^\circ\text{C}$ и при кратковременном воздействии – $150 \text{ }^\circ\text{C}$. Поэтому снижение пожарной опасности и повышение эксплуатационных показателей ППУ становится актуальной задачей.

При разработке слабогорючих полимерных композиций применяли следующие компоненты: полиол, изоцианат в соотношении 1:1. В качестве антипирена использовался интумесцентный (вспучиваемый) коксообразующий антипирен - окисленный терморасширяющийся графит (ОТГ) марки КР 350-80, представляющий из себя аллотропную модификацию углерода со слоистой структурой, способного уже при $130\text{-}140 \text{ }^\circ\text{C}$ значительно увеличиваться в объеме, создавая тем самым коксообразный защитный барьер, служащий теплоизолятором, а также предотвращающий попадания окислителя в зону термического

разложения материала, тем самым позволяя избежать гомогенное горение.

В процессе исследований выполнены следующие работы: была изучена вязкость одного из компонентов полиола в зависимости от количества введенного графита в процентном соотношении; определены предельные значения ОТГ соответствующие 20 % по массе полиола, не влияющие на производственные и эксплуатационные характеристики, позволяющие без дополнительных капитальных вложений внедрить данную технологию на производство.

По результатам испытаний для дальнейшего исследования были выбраны следующие значения содержания графита в процентах по массе композиции: 2,5%; 5%; 10%.

Испытание на горючесть были проведены методом огневой трубы. При нормальном давлении и температуре окружающей среды 20 °С смежной с температурой компонентов. Был использован стальной цилиндр $d=50\text{мм}$ $l = 160$ мм. В качестве источника огня была выбрана спиртовая горелка. L пламени была настроена на 4 см, расстояние от края трубы до горелки – 2 см. Образец выходил с нижнего конца на расстоянии 0,5 см. Размеры образцов 4,5x2x15 мм. Температуру дымовых газов определяли с помощью термопары, расположенной над образцом. Время подвержения образца воздействию источника огня 2 мин.

Таблица 1
Физико-механические свойства модифицированного пенополиуретана с различной концентрацией ОТГ

ОТГ %	Потери по массе %	l повреждения %	t самостоятельного горения	t тления °С	t дымовых газов °С
0	77,5	100	0	0	294
2,5	60,5	100	0	0	287
5	49,5	100	0	0	222
10	12,2	100	0	0	203

Оценка структурных свойств испытанных материалов проводилась методом оптической микроскопии с помощью микроскопа Levenhuk, по итогам которой были сделаны выводы, что модифицированные ОТГ пенополиуретаны имеют, помимо пониженной горючести, повышенные эксплуатационные показатели.

В результате проведенных исследований, установлено, что с ростом степени наполнения исходной композиции ОТГ до 10 мас. %, у образцов закономерно снижается потеря по массе от 77,5% до 12,2% и температура отходящих дымовых газов на 31 % с 294 до 203 °С. Природа используемого антипирена напрямую влияет на достижение данных результатов за счет предотвращения гомогенного горения, благодаря образованию устойчивого коксового каркаса, препятствующего попаданию необходимого количества окислителя в зону горения. Таким образом можно сказать, что использование окисленного терморасширяющегося графита эффективно для снижения горючести полимерных композиций на основе пенополиуретана и является перспективным направлением в отрасли производства строительных материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Рюткянен Е.А., Сиротинкин Н.В., Бельшина Ю.Н.* Композиционный теплоизоляционный пенополиуретан пониженной горючести // Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2012. № 1. С. 42-46.
2. *Горбунов Ф.К., Наумова П.А., Травин А.П.* Исследование композиционных материалов на основе пенополиуретана и керамических частиц // Технические науки – от теории к практике: сб. ст. по матер. XIV междунар. науч.-практ. Конф. – Новосибирск: СибАК. 2012.
3. *Леонов Д.В., Устинова Т.П., Левкина Н.Л.* Комплексная оценка свойств полиамида – модифицированного промышленными марками окисленного графита // Пластические массы. 2017. № 5-6. С. 38-40.
4. *Валгин В.Д.* Отечественная энергосберегающая технология теплоизоляции строительных конструкций с использованием пенопласта нового поколения // Пластические массы. 2007. №10. С. 44-48
5. *Сокорева Е.В.* Пожарная опасность строительных пенопластов на основе реакционноспособных олигомеров. // Строительство – формирование среды жизнедеятельности. 2012.

СЕКЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Студент магистратуры 2 года обучения 21 группы ИСА Абдубалиев И.К.

Научный руководитель – проф., д-р техн. наук С.Н. Шульженко

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ В УСЛОВИЯХ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАСТРОЙКИ С УЧЕТОМ ВНЕДРЕНИЯ БЕСТРАНШЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

На протяжении не одного десятка лет, традиционно, прокладка трубопроводов, вне зависимости от их прямого назначения проводилась исключительно - «открытым способом».

В настоящий период времени альтернативным методом открытому способу, является - метод бестраншейной прокладки. Именно благодаря этому методу, строителям удается обойти преграды, встречающиеся на пути прокладки подземных коммуникаций.

Перечисленные методы в данной статье позволяют оптимизировать производство прокладки инженерных коммуникаций, а именно:

1. Длительные сроки эксплуатации инженерных коммуникаций;
2. Исключение перекрытия дорог;
3. Прокладка трубопроводов в условиях зимнего времени;
4. Высокая производительность работ;
5. Колоссальное снижение расходов, почти на пятьдесят процентов;
6. Отсутствие проблем с нарушением имеющихся инженерных коммуникаций; [2, 3, 6, 7].

Оптимизация производства труда и необходимых затрат – ключевой момент указанных технологий. Оптимизация производства инженерных коммуникаций, в частности канализационных труб, колодцев, газопроводов, водопроводов и т. д. [1, 4].

При прокладке бестраншейной, используют следующие технологии, представленные в таблице 1.

В данном случае можно утвердительно сказать, что метод бестраншейных технологий гораздо актуальнее в современное время, так как влечет за собой множество положительных результатов, что нельзя сказать о открытом способе прокладки трубопроводов и прочих инженерных коммуникаций. Строители в разы экономят на трудозатратах, выигрывают во времени, не разрушают благоустроенную территорию и магистрали, а также работы могут производиться в сложнейших условиях зимнего времени [3,4].

Таблица 1

Организация бестраншейной прокладки

Метод	Описание	Оборудование
1. Горизонтально-направленным способом бурение	Бурение горизонтально-направленным способом, с возможностью управления под землей траекторией скважины (длина прокладки путей до 2 км, диаметр 1200 мм.)[5].	
2. Микро-тоннелирования	Данный метод способен справиться с жестким грунтом, выполнить тяжелые задачи для прокладки инженерных коммуникаций. В отличие от предыдущего метода, имеет автоматический режим.	
3. Метод бурения ШНЕК	Ручное управление прокладки коммуникаций. Примечательно, что данное оборудование позволяет прокладывать трубопроводы до 12 метров за одну смену.	

4. Прокол	<p>Данный метод славится простотой использования. Работы необходимо производить из колодца, либо не глубокого и не большого котлована.</p>	
5. Метод Продавливания	<p>На данном оборудовании установлено режущее устройство, которое позволяет продавливать трубы в грунт. Продавливание необходимо производить открытым концом этого оборудования.</p>	

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ОДМ 218.3.083-2016 Отраслевой дорожный методический документ. Методические рекомендации по способам бестраншейной прокладки труб дорожных водопропускных // М.: ФГУП «Информавтодор», 2016 год издания.
2. Рыбаков А.П. Основы бестраншейных технологий. Теория и практика. М: Пресс-Бюро, 2005 304 с.
3. Гефтинг А.К., Белдаковская И.И. Бестраншейная прокладка трубопроводов. - М. Стройиздат, 1955 год издвания.
4. Васильев С.Г. Усовершенствование установок горизонтльного бурения.— «Транспортное строительство», 1970, № 6.
5. Зиненко В.П. Направленное бурение. – М.: Недра, 1990
6. Kazaryan, R.R., Khvan, V.A. Technological processes for manufacturing cellular concrete products for construction// Materials Science Forum, 931 MSF, (2018)
7. Lapidus A., Khubaev A., Bidov T. Development of a three-tier system of parameters in the formation of the organizational and technological potential of using non-destructive testing methods// E3S WEB OF CONFERENCES, 2019, 06037

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СОВРЕМЕННЫХ МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ

В наше время одной из наиболее «острых» глобальных проблем современности, требующих уже сейчас незамедлительного решения, является поиск оптимального способа утилизации различных видов мусора, который бы смог максимально снизить воздействие на окружающую среду. Необходимость решения данной проблемы возникла в результате резкого ухудшения экологической ситуации в мире за последние 50 лет ввиду обширного ввода в производство таких видов материалов, которые в ходе довольно продолжительного разложения выделяют ядовитые вещества в атмосферу и вредят биосистеме планеты, а следовательно, и здоровью людей. Кроме того, отработанный способ утилизации различных видов отходов – его вывоз на свалки – на сегодняшний день является крайне неэкономичным, поскольку на создание новых материалов, их транспортировку на полигоны после вывода из эксплуатации, содержание и контроль выделенных для хранения площадей расходуется значительный бюджет страны, а плодородные и пригодные для использования земли служат «мнимо занятыми» территориями для содержания мусора. Анализ перечня научных работ и исследований, посвященных описанной теме, дает понять, что нынешнее поколение активно занимается изучением данного вопроса и поиском его решения.[1,2,5]

Что касается ситуации местного масштаба, то по новой статистике в России перерабатывается и сжигается лишь 10% отходов (4 и 6 соответственно), тогда как остальные 90% просто вывозятся на свалки. Вышеперечисленные негативные последствия достигли пика своего влияния на большинство сфер общественной жизни, и в декабре 2018 года Президент Российской Федерации отметил, что в стране необходимо развивать мусороперерабатывающую промышленность, используя при этом новейшие технологии. Опыт зарубежных стран, таких, как Швеция, Австрия, Япония, демонстрирует возможность реализации подобных проектов в любой точке мира и в любом городе, поскольку современное оборудование позволяет безопасно проводить сжигание и переработку твердых бытовых отходов [3,4,8].

Строительство является одной из ключевых отраслей, обеспечивающих разработку и реализацию государственных программ в области развития городской инфраструктуры, в частности возведения

зданий и сооружений и их правильной эксплуатации. Процесс строительства включает в себя комплекс организационных, изыскательских, проектных, строительно-монтажных и пусконаладочных работ, связанных с созданием, изменением, сносом объекта, а также взаимодействие с компетентными органами по обеспечению производства и проведения необходимых работ. Мусороперерабатывающие заводы являются промышленными объектами, опыт строительства которых изучен достаточно подробно, но за счет особенностей организации и технологии производства, а также относительно низкого уровня развития данной области, в обществе существует ложное суждение о сложности, трудоемкости и дороговизне реализации данных строительных проектов. Но правильная подготовка и проработка организационно-технологических процессов возведения объекта на всех этапах строительства и эксплуатации может значительно облегчить возведение заводов по переработке мусора, снизив тем самым лишние затраты и сумев привлечь и заинтересовать представителей органов местного самоуправления и предпринимателей, которые будут готовы взяться за курирование создания промышленных сооружений подобного характера [6].

На формирование организационно-технологических решений влияют различные факторы, содержащие в себе особенности строительства и эксплуатации мусороперерабатывающих заводов. Помимо стандартных факторов, определяемых правилами возведения промышленных зданий, прописанными в нормативных документах, специфика описываемого сооружения предполагает также соответствие другим требованиям, необходимым для эффективной и качественной работы завода в дальнейшем. Данные требования к подобному проекту определяются такими важными аспектами подготовки строительных процессов, как доступ к необходимым ресурсам, располагаемый бюджет, местоположение объекта, назначение и цели возводимого комплекса. Исходя из вышеперечисленных аспектов, можно выделить перечень влияющих факторов, совокупность которых позволит сформировать условный универсальный инструмент для многокритериальной оценки возможности реализации проекта мусороперерабатывающего завода. К таким факторам можно отнести: специальное оборудование, которое будет зависеть от вида перерабатываемых отходов; разрешение на открытие завода от государства (лицензия); транспорт для перевозки отходов; территория, на которой будет расположен завод; обеспечение подведения коммуникаций к заводу (электричество, водопровод, газ); квалифицированный персонал; наличие собственных денежных вложений и инвестиций от различных фондов, а также возможность поддержки от государства или органов местного самоуправления в виде

субсидий. Результаты, полученные от анализа степени соответствия перечню выбранных факторов, позволят подробнее оценить доступность подобного проекта и при положительном решении в пользу его реализации значительно упростить планирование и проектирование предстоящих организационно-технологических процессов строительного производства мусороперерабатывающего завода [7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бидов, Т.Х.* Организационно-технологические и управленческие решения использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций// Научное обозрение. – 2017. - № 13. – С.54-57.
2. *Лapidус, А.А., Бидов Т.Х.* Формирование производственно-технологических модулей, обосновывающих использование методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций гражданских зданий // Наука и бизнес: пути развития. 2019.. №1(91). – С. 36-40.
3. *Ruben Kazaryan Vitaly Khvan* Regarding some aspects of the reorganization of buildings in the "human-technology-nature// MATEC Web of Conferences, 196 04030, 2018
4. *Yu Losev, V O Chulkov, R.R.Kazaryan* 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
5. *Kazaryan, R.R., Khvan, V.A.* Technological processes for manufacturing cellular concrete products for construction// Materials Science Forum, 931 MSF, (2018)
6. *Lapidus A., Khubaev A., Bidov T.* Development of a three-tier system of parameters in the formation of the organizational and technological potential of using non-destructive testing methods// E3S WEB OF CONFERENCES, 2019, 06037
7. *Гончаров А.А., Бидов Т.Х., Трескина Г.Е., Беккер Ю.Л.* Исследование градуировочных зависимостей, используемых при контроле прочности бетона неразрушающими методами// Научное обозрение, 12, 2015, с.68-72

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ОРГАНИЗАЦИЮ ПРОИЗВОДСТВА ОБЪЕМНО-БЛОЧНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

Первый этап внедрения объемно-блочного домостроения (ОБД) на территории СССР начался в 50-ых годах двадцатого столетия. В практике строительного производства начинают применять и активно развивать укрупненные элементы. Суть ОБД заключалась в строительстве из отдельных блок-форм с размером в комнату. Блок-формы для такого вида домостроения производились на заводах. Индустриализация позволяла изготавливать блоки повышенной заводской готовности. На заводах в блок-формы устанавливались максимально необходимые элементы: двери, окна, приборы для отопления, оборудования санитарно-технического назначения, розетки. Научные институты СССР и зарубежных стран утверждали, что максимальная заводская готовность объемных блоков достигает 90% [1].

При такой заводской готовности блок-формы необходимо установить в проектное положение и заделать внутренние и внешние швы, произвести соединение межкомнатных коммуникаций.

Необходимо отметить, что различной группировкой объемных блоков можно добиться выразительного архитектурного облика и большого разнообразия объемно-планировочных решений (рис.1). Несмотря на определенные трудности при производстве объемных блоков и при их монтаже, данная технология себя оправдала [4].



Рис. 1. Объемный блок во время монтажа в проектное положение

Технологии ОБД присущи отличительные от других методов возведения преимущества. Во время осуществления строительно-монтажных работ число подъемов элементов сокращалось в 4-5 раз. Было посчитано, что технология ОБД позволяет сократить трудоемкость на 15-20%. Трудоемкость сокращается на 15-20%. В 2,5-3,0 раза увеличивается скорость строительства объекта. Проанализировав достоинства ОБД, появляется вопрос: в результате чего ОБД не получило широкого применения в массовом жилищном строительстве. Потребность в больших промышленных закрытых площадях для производства и складирования объемных блоков, несовершенное, дорогое и сложное на этот момент оборудование, сложности при формовании, сложности при перевозке негабаритных грузов, отсутствие или нехватка мощных механизмов с большой грузоподъемностью, отсутствие массового производства, по сравнению с крупнопанельным строительством, дали в окончательном итоге отрицательный экономические показатели, без которых все вышеперечисленные преимущества сводятся к нулю.

Сегодня технический прогресс развивается быстрыми темпами. Стали появляться новые оборудования и доработанные технологические линии. Вышеперечисленные факторы позволяют снова ввести в производство забытую технологию. [6].

Сегодня в России существует завод по производству блок-форм. Завод расположен в Краснодарском крае [2]. Краснодарский завод «Объемно-блочного домостроения» производит 230 тыс. м² жилой площади в год.

В результате проведенного теоретического анализа были выявлены факторы, оказывающие влияние на принятие организационных решений. Данные факторы, как показала практика, носили временный характер. В СССР данная технология показала отрицательный экономический эффект по ряду причин [5].

Однако сегодня, в век современных технологий, у объемно-блочного домостроения появляются перспективы для широкого развития в массовом строительстве. Особенно перспективна идея массового строительства в государственных программах для освоения территорий Дальнего Востока. Объемно-блочное домостроение позволяет обеспечить население по сегодняшним меркам недорогим и комфортным жильем. В зарубежной стране технология ОБД прогрессивно развивается и внедряется использование ВМ в проектировании жилых зданий [3, 7].

Современные цифровые технологии позволяют оптимизировать строительные процессы и делать процесс ОБД перспективным 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. Краснодарского ЗАО «ОБД» [Электронный ресурс]. – URL: <http://zaoobd.ru/stroitelstvo/stroyashchiesya-ob-ekty>.
3. *Лapidус 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. *Lapidus A., Khubaev A., Bidov T.* Development of a three-tier system of parameters in the formation of the organizational and technological potential of using non-destructive testing methods// E3S WEB OF CONFERENCES, 2019, 06037
7. *Гончаров А.А., Бидов Т.Х., Трескина Г.Е., Беккер Ю.Л.* Исследование градуировочных зависимостей, используемых при контроле прочности бетона неразрушающими методами// Научное обозрение, 12, 2015, с.68-72

Студент 2 курса 2 группы ИДО Аперян Р.С.

Студентка 3 курса 15 группы ИСА Боровкова А.Е.

Научный руководитель – проф., д-р. техн. наук., проф. Р.Р. Казарян

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ УСТРОЙСТВА СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.

Данный метод нашёл широкое применение за рубежом в различных грунтовых условиях. Он обеспечивает высокую производительность труда при сооружении свай и качество бетона, а так же необходимую эксплуатационную надёжность сооружений.

Применение данной технологии целесообразно при устройстве фундаментов как промышленных и гражданских сооружений, так и в транспортном строительстве, особенно при работе в стеснённых условиях, в том числе и при реконструкции объектов транспортного строительства.[1,3]

Технические условия разработаны для возможности апробации технологии сооружения буровых столбов в различных инженерно-геологических условиях, проверки их качества и несущей способности и включения в перспективе в разрабатываемые в настоящее время СНиП «Мосты и трубы» и СП-6-2001 «Мосты и трубы. Проектирование, устройство и приемка опор, фундаментов, оснований и опорных частей».[2,4,7]

Научно-техническая гипотеза - выявление и обоснование предпосылок к созданию методики, учитывающей недостатки устаревшего нормативного обеспечения в современных рыночных условиях, повышение эффективности устройств по буронабивным сваям. Объект исследования - сваевые фундаменты. Цель исследования - анализ свайных фундаментов зданий и сооружений. Методология исследования - сравнительный анализ свайных фундаментов зданий и сооружений [5].

Для каждого конкретного объекта будут разработаны технологические регламенты, утверждаемые заказчиков, подрядчиком и проектной организацией.

Метод устройства буровых свай с применением полимерных растворов заключается в бурении скважины буровой машиной под защитой бурового раствора, изготовлении и опускании арматурного каркаса, бетонировании скважины методом ВПТ или при помощи бетононасоса и контроль качества буровых свай.

Бурение скважин:

1. Производство работ по устройству буронабивных железобетонных свай под защитой обсадных труб осуществляют в соответ-

ствии с рабочими чертежам проекта, содержащим данные о гидрогеологических условиях, длине свай, расстоянии между ними, глубине погружения.

2. Для устойчивости и предотвращения проседания буровой установки массой более 73т., перед бурением каждой скважины планируют и выравняют рабочую площадку для установки буровой машины.
3. Бурение каждой скважины начинают после инструментальной проверки отметок спланированной поверхности земли и положения осей буронабивной сваи на площадке.
4. Выбуренный грунт при помощи погрузчика удаляют за пределы опасной зоны действия буровой установки в отвал с частичным его разравниванием.
5. Грунт около гусениц буровой установки отгребают вручную. При удалении грунта из опасной зоны буровой установки бурение и поворот платформы установки строго запрещены.
6. В процессе бурения глубина скважины контролируется глубиномером буровой установки.

Бурение каждой скважины должно начинаться после инструментальной проверки отметок спланированной поверхности земли, выполненной на подготовительном периоде работ, и положения осей скважин, а также устройства временных буровых площадок из железобетонных плит, выполняемого субподрядчиком.[6, 7]

Бурение скважин производится с применением обсадной трубы и гидравлической бурильной машиной SoilmecSR. Если в процессе бурения нельзя преодолеть встретившиеся препятствия, решение о возможности использования скважин для устройства свай должна принять организация, проектировавшая свайное основание.

В конце каждой смены опускают буровой инструмент буровой установки на уровень земли, закрепляют тросы лебёдок, отключают функцию свободного падения вспомогательной лебёдки, отключают аккумуляторную батарею, заглушают двигатель. Убирают рабочие места, очищают инструменты и инвентарь, сдают их на склад.

После устройства буронабивных железобетонных свай на строительной площадке демонтируют буровую установку в порядке, обратном монтажу, подготавливают машины и механизмы к перебазировке на другую площадку.

Контроль прочности бетона следует осуществлять испытанием образцов, изготовленных у места укладки бетонной смеси.

Согласно ГОСТ 53231-2008 п.5.2 - из каждой партии бетона, отбирается одна проба бетонной смеси для формирования испытательной серии

в проектном возрасте (п.4.2, п.5.3 ГОСТ 53231-2008). Число образцов бетона в серии определяется согласно ГОСТ 10180 - 90 п.6.4. После проведения испытаний контрольных образцов, данные о фактической прочности бетона, передаются подрядчику.

График производства (организации) работ является одним из основных документов проекта производства работ. Он отражает решение на организацию работ, выбранный метод организации и способ их развертывания, последовательность технологических процессов, расстановку техники и рабочих в частных потоках, содержит другую производственно-техническую информацию.

Несмотря на различие подходов к структуре и построению графиков, они объединены общими идеями увязки сроков производства работ и используемых материальных и технических ресурсов, отображением технологических процессов. Эти идеи излагаются применительно к линейным календарным графикам и будут рассматриваться в последующих исследованиях технологий устройства свайных фундаментов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. *СП 50-102-2003*. Проектирование и устройство свайных фундаментов. СПб.: ДЕАН, 2012.
2. *Гончаров А.А.* Свайные работы. Учебное пособие. М.: Академия, 2012, 165с.
3. *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
4. *Khvan, V. Kazaryan, R* On certain development aspects of an ISPAS-based system-target approach to evaluation of net asset sustainability level// Journal of Physics: Conference Series 365(6), 062004, 2018
5. *Kazaryan, R.R.* On certain development aspects of an ipsas-based system-target approach to evaluation of net asset sustainability level projects in high-rise construction// E3S Web of Conferences 33,02071, 2018
6. *Банников И.С., Казарян Р.Р., Повидайло А.В., Карасев Д.А., Еришов М.Н., Пышкин В.А., Чередниченко Н.Д., Буркацкая Е.В., Сафронов В.В., Ильина Н.В., Туманян Г.А., Олейник П.П. Мамхегов М.Д., Хачатрян А.З., Синенко С.А.* Проектно-изыскательские работы собственными силами «общества». Точная наука. 2017. № 4 (4). С.4-8.
7. *Sinenko, S., Zhadanovskiy, B., Pakhomova, L.* Assessment of Complex Technological Processes of Concrete Mixes Preparation with On-Site Automated Concrete Mixing Plants//IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463(3),032032,2018

Студент магистратуры 2 года обучения 3 группы ИДО Бесчастнов Д.В.

Студентка 3 курса 15 группы ИСА Боровкова А.Е.

Научный руководитель – проф., д-р. тех. наук, проф. Казарян Р.Р.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО УСТАНОВКЕ РЕКЛАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Светопрускающие рекламные конструкции (медиафасады) - это инкрустированные особой системой внешние стены зданий и сооружений. Они представляют собой разнообразные формы и размеры. Светопрускающие рекламные конструкции и архитектурный облик [3,5] здания соединяются друг с другом. Воссозданная внешность сооружения украшает находящиеся рядом просторы, способствует сооружению вещать собственную дислокацию и обозначить персональную значимость в градостроительной [6] и социальной деятельности.

Своим появлением светодиоды, ставшие основой медиафасадов, обязаны нескольким ученым: британцам *Генри Раундому* из Маркони Лабс, а также советскому физика *Олегу Лосеву*. Сама идея проецировать рекламу на здания была реализована в 1898 году. Именно тогда компания Dewar's создала рекламное изображение производимого [1,2,4] им напитка и спроецировала его на крышу одного из нью-йоркских зданий, расположенных на площади Харольд. Но если говорить о полноценном медиафасаде, то его появление датировано 1996 годом. Появилась данная светопрускающая рекламная конструкция на здании одной из трех крупнейших фондовых бирж США – Nasdaq. Высота светодиодного полотна была равна 10-ти этажам, а общая площадь – 1000 м². Таким образом, Нью-Йорк снова задал тон в технологическом прогрессе.

Прежде всего необходимо выделить основообразующие критерии выбора вида светопрускающих рекламных конструкций. Для это обратим внимание на такие наиболее существенные признаки, как:

1. *Вид светопрускающей рекламной конструкции* должен не противоречить требованиям мест дислокации и функциональному предназначению строительного объекта. Высококачественный медиапроект оказывает колоссальный охватывающий эффект, если соответствует поставленным задачам заказчика и предписаниям местной администрации.

2. *Товаропроизводитель*. Изготовители медиафасадов (кабинетов) пребывают практически во всех индустриальных странах. Весьма популярные компании, обладающие высоким рейтингом доверия и удовлетворяющие потребности своих клиентов, являются: а) в нашей

стране – «Futmedia» и «101 свет»; б) в азиатском направлении - Samsung, LG, Sharp, Panasonic и др.

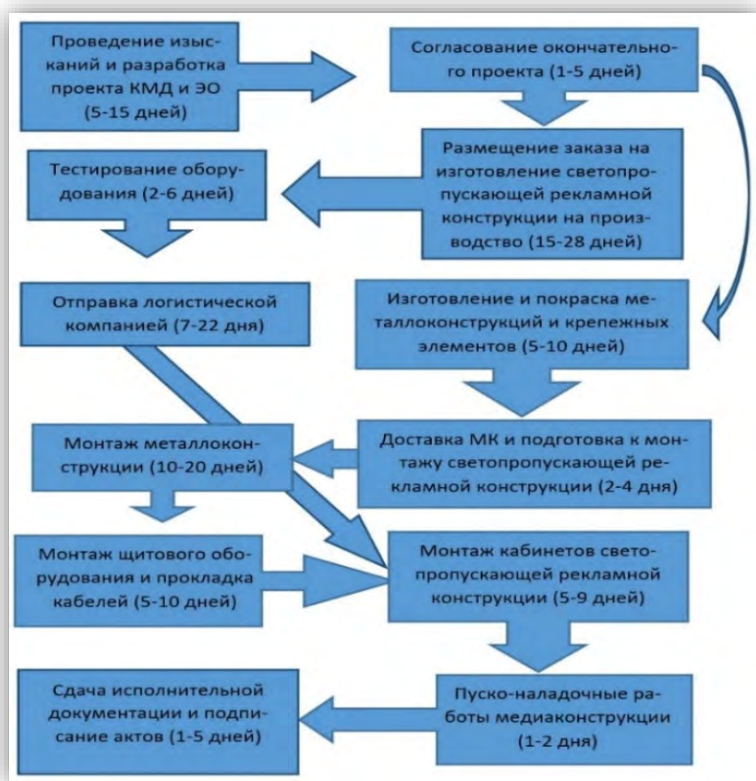


Рисунок 1. Цикл (последовательность) работ и сроки реализации проекта по разработке светопропускающей рекламной конструкции.

3. *Комплектность.* Добиться высоких показателей функционирования медиаэкрана, а также срока службы при эксплуатации можно благодаря качественным составляющим. Такие компании, как корейские Samsung, LG, Seoul Semiconductor, американские Cree и японские Nichia, Sharp являются надежными партнерами и гарантами достойной медиапродукции.

4. *Углы обзора, яркость, шаг пикселей.* Отдаленность потенциальных созерцателей, функциональное предназначение экрана прямопропорционально влияют на выбор шага пикселей. При показе высокотехнологичного видеоконтента пиксельный шаг светопропускающей рекламной конструкции предписывают соблюдать до 16 мм. Панорама (угол обзора) медиаконструкций может достигать в

небольших медиаэкранах 110-120 градусов по ширине и до 100-110 градусов по высоте. Около 10 000 кд/м² – такая яркость должна соблюдаться для медиапроектов, расположенных с внешней стороны строительных конструкций и ежедневно транслирующих видеоряд. Прозрачные светодиодные медиафасады обладают яркостью около 7000 кд/м² в ночные часы.

5. *Входной контроль и гарантийные сроки.* Чтобы быть уверенным в качестве доставляемой медиапродукции, необходимо иметь в штате компании высококвалифицированных специалистов. Стоит пристально обратить внимание на такие нюансы, как монолитность (цельность) модулей, отсутствие дефектов, слитность и их соответствие технической и рабочей документации, в состав которой должны входить различные сертификаты соответствия и паспорта качества, указаны условия при эксплуатации и гарантийные сроки (обязательства) выбранного производителя [7].

Итак, в примере, показанном на рисунке 1, сроки подписания договора и установки светопрпускающей рекламной конструкции размером до 300 м² составят от 37 – до 92 дней.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Блинова А.С., Прозорова Е.С.* Развитие медиа-среды в городском пространстве // Дизайн. Материалы, технология – 2018. С. 11-16.
2. *Haesler, Hank M.* Media Facades: A Global Survey. Ludwigsburg: Avedition GmbH, 2013.
3. *Lowther, Clare and Sara de Boer-Schultz.* Bright: Architectural Illumination and Light Projections. Amsterdam: Frame Publishers, 2008.
4. *Haesler, Hank M.* Media Facades: History, Technology, Content. Ludwigsburg: Avedition, 2009.
5. *Wachlowski A, Dr. Dickinger A.:* Interactive Media Facades in the Urban Context. May, 2011.
6. Постановление Правительства г. Москвы от 12 декабря 2012 года № 712 – ПП Об утверждении Правил установки и эксплуатации рекламных конструкций.
7. Topchiy D., Kochurina E. Formation of normative and legal regulatory criteria of as-assessment of organizational process management in the impel-mentation of projects of repurposing of major urban territories// International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. 2019. Т. 8. № 6. С. 117-120.

УРОВЕНЬ КВАЛИФИКАЦИИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА

В последние годы всё большее внимание уделяется качеству продукции, с понятием качества связаны многие процессы в строительстве, где конечный продукт – здание или сооружение. Одним из показателей уровня качества является уровень квалификации специалистов, в том числе инженерно-технических работников как одних из основных участников строительства.

В настоящей статье освещается влияние некомпетентности ИТР на качество продукта ввиду того, что именно этот участник строительства несет ответственность за соблюдение сроков строительства, реализует выполнение необходимых технологических процессов и отвечает перед заказчиком за качество произведенных работ.

На пути от заключения договора с заказчиком до сдачи объекта в эксплуатацию подрядная организация сталкивается с рядом проблем, неизменно оказывающим влияние на качество объекта строительства: некомпетентность ИТР и линейного персонала, бюрократические издержки, проблемы ценообразования и несовершенства тендеров.[1]

Низкая рентабельность организации по чистой прибыли обуславливается несовершенной политикой ценообразования. Расценки, предлагаемые заказчиком, зачастую не имеют ничего общего с реальностью. Подрядчик, в свою очередь, пытается компенсировать это за счет субподрядчика, который тоже заинтересован в получении прибыли. Отсюда – материалы, не соответствующие проектным спецификациям, снижение качества работ, невыполнение договорных обязанностей, срыв сроков строительства [2].

Также производство страдает от низкой прозрачности договорных отношений, вследствие чего на объект заходят малоизвестные, не всегда добросовестные, подрядчики. В попытках удешевить производство генподрядчик жертвует качеством, временем и оказывается вынужден нанимать стороннюю организацию для устранения последствий работы низкого качества.

Отдельного внимания заслуживает роль бюрократического аппарата в процессе производства. Касаемо Генподрядной организации, стандартные процедуры зачастую осложняются отсутствием доверия Подрядчику, что вполне оправдано и справедливо ввиду невнимательности к подбору подрядных организаций. Генподрядчик

вынужден перестраховываться и разрабатывать серию документов, регламентирующих отношения сторон. Внедряются различные формы актов, требований, запросов с целью обезопасить себя в случае невыполнения подрядчиком договорных обязанностей и иметь достаточное количество доказательств халатности последнего, чтобы призвать к ответственности.[3] А это снова время, деньги, силы, которые могли быть потрачены на усовершенствование производства.

Но самой важной проблемой является низкий уровень квалификации сотрудников. Это беда многих сфер, но строительство – одна из тех, где некомпетентность может оказаться фатальной. С этим можно столкнуться на всех ступенях организации строительства: заказчик, генподрядчик, подрядчик.

Как же бороться с несоответствием квалификации должностным обязанностям инженерно-технического работника? Ведь именно он оказывает непосредственное влияние и осуществляет контроль линии производства. Именно он ставит заветную подпись на исполнительной документации и подтверждает качество работ, не соответствующее ни требованиям проекта, ни требованиям нормативной документации. Проблема низкой квалификации может касаться как специалистов с опытом работы, но консервативных и недостаточно открытых к новым технологическим решениям и разработкам, так и новоиспеченных инженеров с недостаточным уровнем компетенций и образования. В любом случае, решение этой проблемы требует комплексного подхода .

Почему же нас окружают плохие специалисты? По мере продвижения по карьерной лестнице некогда квалифицированный работник становится дилетантом: объём требований неизбежно растёт, и зачастую специалист не успевает обучаться соответственно уровню поставленных задач. Это одна из причин проблемы некомпетентности.[4] Для её решения стоит обеспечивать жесткий конкурс для претендентов на вышестоящие должности, а специалистов, прошедших этот отбор, периодически тестировать на соответствие квалификации уровню обязанностей и предоставлять возможность прохождения профильных обучающих курсов.

Вторая причина – недостаточная мотивация сотрудников, которая, в свою очередь, складывается из нескольких составляющих:

-финансовая (повышение заработной платы, премии, льготы на посещение фитнес-клуба, организация обучающих мероприятий и мастер-классов).

-условия труда (официальное трудоустройство, оборудованное рабочее место, освещенность, температурные условия, обеспечение необходимым инвентарём и спецодеждой, налаженное питание, обеспечение ДМС).

-психологическая (проведение мероприятий по сплочению коллектива, совместное времяпровождение).

И третья причина – несоответствие стандартам или их незнание (разработка и применение различных видов стандартов деятельности: профессиональные стандарты, стандарты сервиса и бизнес-процессов, регламенты деятельности). [5]

Итак, комплексный и систематический подход к решению проблемы низкой квалификации инженерно-технических работников ведет к росту качества производства, а это влечет за собой положительный рейтинг компании в глазах участников строительства, увеличивает конкурентоспособность и приносит прибыль.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кузьмина Т. К., Синенко С.А.* Основные формы реализации функций заказчика при организации и управлении масштабными инвестиционно-строительными проектами // Научное обозрение. 2016. №7. С. 222-226.
2. *Кузьмина Т.К., Славин А.М.* Моделирование деятельности технического заказчика на этапе технического надзора // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 4. С. 62-66.
3. *Топчий Д.В., Токарский А.Я.* Формирование иерархий в системе организации государственного строительного надзора при перепрофилировании городских территорий// Вестник евразийской науки. 2018. Т. 10. № 6. С. 69.
4. *Топчий Д.В., Юргайтис А.Ю., Кравчук А.С., Шевчук Д.А.* Энергоаудит объектов капитального строительства, реконструкции и перепрофилирования перед вводом в эксплуатацию// Недвижимость. 2019. Т. 9. № 1 (28). С. 134-143
5. *Топчий Д.В., Юргайтис А.Ю., Данилочкин М.Н.* Научно-техническое сопровождение строительства и проектирования как дополнительный элемент квалиметрической модели обеспечения качества готовой строительной продукции// Технология и организация строительного производства. 2018. № 2. С. 1-5.

ВЛИЯНИЕ ВЫБОРА ФАСАДНЫХ СИСТЕМ НА ВНЕШНИЙ ОБЛИК МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Из года в год перед застройщиками возникает проблема дефицита земельных участков, а также грамотная реализация уже отведенных под застройку площадей. Огромное влияние на выбор типа и назначения здания или сооружения оказывают такие проблемы, как рост темпа жизни, несовершенство транспортной системы (сложные транспортные развязки, отсутствие достаточного количества парковочных мест, загруженность центральных улиц и т.д.), неустойчивая экономическая ситуация и многие другие аспекты жизни крупных городов двигают на поиски решений создавшейся ситуации, в связи с чем в последние годы сильно вырос спрос на строительство многофункциональных комплексов [1, 5].

Многофункциональный комплекс (МФК) - объект (или несколько объектов) зданий, объединяющий в себе от двух и более помещений с разными эксплуатационными функциями. Возведение многофункциональных комплексов обладает рядом преимуществ перед узкоспециализированными центрами, а именно:

- рентабельное использование земельного участка и экономия ресурсов (в частности энергоресурсов);
- население имеет несколько поводов для посещения комплекса за счет его универсальности;
- возможность легкого переоборудования при росте конкуренции на рынке;
- снижение удельных затрат на строительство объекта за счет его масштабности;
- привлечение большого количества инвесторов, за счет уменьшения рисков банкротства, так как происходит вложение в разные виды недвижимости.

Но при решении одних проблем появляется ряд других, не менее важных и требующих основательного подхода. Одна из которых - грамотная интеграция здания или комплекса в существующую застройку и исторический облик города, где будет производиться строительство. Чтобы решить данную проблему, и при этом не потерять функционал всех видов помещений и создать комфортную среду для пребывания людей, проектировщикам приходится учитывать все необходимые требования и условия, предъявляемые к микроклимату помещений, к

технико-экономическим показателям материалов, а также требуемой скорости строительства. [3, 4].

В настоящее время характерными чертами, которыми должны обладать современные фасады являются:

- высокая скорость строительства;
- производство работ по возведению вне зависимости от сезона года;
- экологичность;
- широкий выбор ассортимента на рынке;
- преимущественно механизированный способ монтажа;
- высокое качество фасадных систем;
- невысокая ценовая политика.

Выделяют несколько основных видов устройства наружных ограждающих конструкций многофункциональных комплексов:

1. Вентилируемый фасад;
2. «Мокрый фасад»;
2. Сэндвич-панели;
3. Светопрозрачный фасад.

Ниже приведено сравнение основных критериев фасадных систем с целью выявления наиболее выгодной и актуальной для использования в условиях современной застройки.

Таблица 1

Сравнение характеристик современных фасадных систем

Критерий сравнения	вентилируемые фасады	«мокрые» фасады	Сэндвич-панели	светопрозрачные
1	2	3	4	5
Долговечность	+	-	+	+
Экологичность	+	±	±	+
Устойчивость к природным условиям окружающей среды	+	-	+	+
Ремонтопригодность	±	-	+	+
Необходимость ежегодного обслуживания по подновлению	-	+	-	-
Низкая стоимость	±	±	+	-

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Заводская готовность	-	-	+	+
Ограниченность архитектурных и объемно-планировочных решений здания	+	+	+	-
Монтаж независимо от времени года	+	-	+	+
Теплопотери в пределах требований современных норм	+	+	+	±
Облегченная конструкция	±	±	+	+

Основываясь на данных таблицы, видно, что по большинству критериев лидирующую позицию занимают светопрозрачные фасады.

Несмотря на довольно высокую стоимость, с каждым годом появляются всё более усовершенствованные светопрозрачные конструкции, увеличивается массовость производства, ведутся поиски решения по сокращению стоимости устройства фасадов из стекла, с целью популяризировать этот материал во всех видах строительства.[2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Немова Д. В.* Навесные вентилируемые фасады: обзор основных проблем // Инженерно-строительный журнал. — 2010. - № 5. — с. 7-11.
2. *Ахмяров Т.А., Спиридонов А. В., Шубин И. Л.* «Принципы проектирования и оценки наружных ограждающих конструкций с использованием современных технологий «активного» энергосбережения и рекуперации теплового потока» // Жилищное строительство. 2014. № 6;
3. *Khvan, V. Kazaryan, R* On certain development aspects of an ISPAS-based system-target approach to evaluation of net asset sustainability level// Journal of Physics: Conference Series 365(6), 062004, 2018
4. *Банников И.С., Казарян Р.Р., Повидайло А.В., Карасев Д.А., Ершов М.Н., Пышкин В.А., Чередниченко Н.Д., Буркацкая Е.В., Сафронов В.В., Ильина Н.В., Туманян Г.А., Олейник П.П. Мамхегов М.Д., Хачатрян А.З., Синенко С.А.* Проектно-изыскательские работы собственными силами «общества». Точная наука. 2017. № 4 (4). С.4-8.
5. *Олейник П.П., Бродский В.И.* Стандартизация организации строительного производства // Вісник ПДАБА. 2013. №11 (188).

*Студент магистратуры 1 года обучения 17 группы ИГЭС Брыль Ю. С.
Студентка аспирантуры 1 года обучения 9 группы ИСА Пахомова Л.А.
Научный руководитель – проф., д-р техн. наук, проф. П.П. Олейник*

СИСТЕМА СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРИМЕРЕ КРУПНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ СТРОЙКОМПЛЕКСА МОСКВЫ

Строительство – одна из самых стабильных и динамично развивающихся отраслей российской экономики; она всегда является наиболее привлекательной для инвесторов как отечественных, так и зарубежных.

Любая другая отрасль не может конкурировать со строительством в капиталоемкости, а значит и в количестве задействованных человеческих и материальных ресурсов, что делает данную отрасль максимально важной для экономики страны.[2]

В 1954 г. был создан Главмосстрой, который должен был взять на себя строительство всех социально значимых зданий и сооружений. Под его управлением были упразднены мелкие строительные организации, которые были объединены в тресты и строительно-монтажные организации, после чего он стал главным застройщиком Москвы. [2]

Важнейшим фактором, сулившим успех этому предприятию, был переход от возведения отдельных домов к комплексной застройке. [2]

Первые, кто оказались занятыми в отстройке обновленной Москвы стали Мосстрой-16 и СУ-102 [2], вошедшие впоследствии в состав треста Моспромстрой, а также еще около 350 проектных организаций.

В 1972 г. в Москве был создан Главмоспромстрой, преобразованный в 1991 году в Акционерное общество "Моспромстрой". [3]

Управление Акционерным обществом осуществлял Наблюдательный Совет и Правление, текущей деятельностью руководит Генеральная дирекция, где вплоть до 2006 года Председателем Правления и Генеральным директором являлся Мороз Василий Васильевич. [3]

Собственными силами ведется проектирование гостиниц, бизнес-центров, жилых домов в центре города, а также разрабатываются вопросы организации и технологии строительного производства. [3]

В период с 1991 по 1996 год, за 24 года существования АО "Моспромстрой" построены и реконструированы в Москве сотни самых разных объектов, которые во многом определяют нынешний облик столицы России. Это - здание Правительства Российской Федерации, Государственный кремлевский Дворец, крупнейшие гостиницы: «Россия», «Президент – Отель», «Москва»; спортивные комплексы и сооружения Олимпиады - 80: Большая спортивная арена и спортивный зал «Дружба» в Лужниках, крупнейший в мире крытый спортивный

комплекс «Олимпийский» с бассейном и трансформируемым залом на 40 тысяч мест; металлургические, станкостроительные, автомобильные заводы и целый ряд других промышленных предприятий. [1].

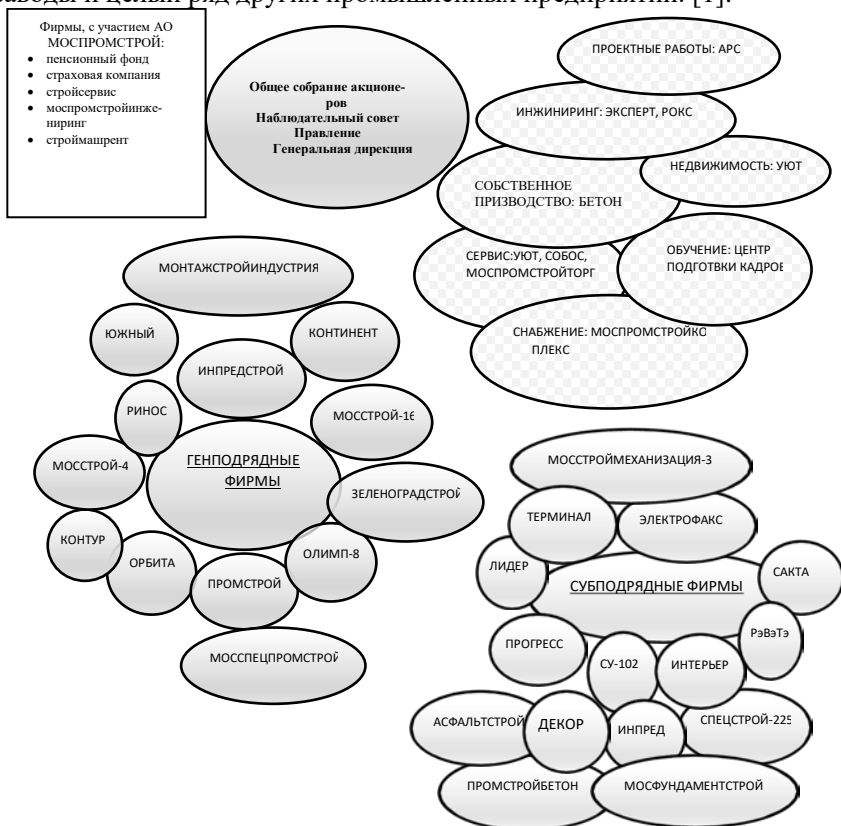


Рис. 1 Структурная схема АО «Моспромстрой»

28 декабря 1990 года было официально зарегистрировано АОЗТ «Моспромстрой», а в 1997 году перерегистрировано как закрытое акционерное общество. [3]

На счету этой компании постройка многих ТЭЦ и газотурбинных электростанций, а также масштабная застройка административных и социальных объектов города. [3]

В это непростое для страны время компании удавалось увеличивать объемы выполненных работ, что характеризует компанию как очень уверенного игрока на строительном рынке.

В недавнем прошлом, не далее, чем в 2015 году компания была перерегистрирована в Публичное акционерное общество «Моспромстрой». [3]

И по сей день компания имеет лицо одной из крупнейших генподрядных организаций столицы, осуществляющей полный спектр строительных работ на объектах жилищного и коммерческого строительства, промышленности, и объектах социального значения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. История Москвы в годы Великой Отечественной войны и в послевоенный период // KREDIT-MOSKVA.RU : издательство "Наука", М., 1967 г.
2. *Юргайтис А.Ю.* Оптимизация производственных программ строительных предприятий в современных условиях текущего планирования// 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. 273-278.
3. *Малахов В.И.* Контрактные стратегии реализации инвестиционно-строительных проектов (базовый курс). - М.: 6-е издание, 2018.-85с.
4. *Кузьмина Т.К., Славин А.М.* Моделирование деятельности технического заказчика на этапе технического надзора // Промышленное и гражданское строительство – 2015. - № 4. - С. 62-66.
5. *Олейник П.П., Кузьмина Т.К.* Моделирование деятельности технического заказчика // Промышленное и гражданское строительство – 2012. - № 11. - С. 42-43.
6. *Олейник П.П., Кузьмина Т.К.* Моделирование деятельности технического заказчика на этапе предпроектной проработки и подготовки к строительству // Технология и организация строительного производства – 2013. - № 2. - С. 18-20.
7. *Кузьмина Т. К., Синенко С.А.* Основные формы реализации функций заказчика при организации и управлении масштабными инвестиционно-строительными проектами // Научное обозрение. 2016. №7. С. 222-226.
8. *Кучина Е.В., Морозова Л.Ш.* Анализ факторов формирования стоимости жилья при переходе к проектному финансированию жилищного строительства // Вестник ЮУрГУ. Серия: экономика и менеджмент. – 2018. Т. 12 №4.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАГРУЗКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ.

Планирование играет огромную роль на каждом этапе реализации инвестиционных проектов в области строительства. Грамотное планирование позволяет осуществить выбор оптимальных организационно-технологических и экономических решений, от которых в дальнейшем зависит выполнение запланированных целей организации.[1]

Обычно, в строительных организациях существует специальный отдел, выполняющий организационные функции. Плановый отдел является самостоятельным структурным подразделением.

К функциям планового отдела относятся:

1. Разработка и подготовка планов экономической деятельности и развития предприятия.
2. Составление среднесрочных и долгосрочных комплексных планов производственной, финансовой деятельности.
3. Разработка мероприятий по устранению потерь и расходов увеличению прибыли, повышению производительности.
4. Формирование ценовой политики организации и разработка прогнозов экономического развития. [2-3]

Зачастую, грубые ошибки в планировании могут привести к значительным экономическим потерям. Роль планирования в строительстве крайне высока и требует качественного программного и технического обеспечения. На данный момент существуют различные программные комплексы, позволяющие ускорить и упростить процесс планирования посредством автоматизации. [4-5]

Таблица 1. Сравнение программных комплексов

Название программы	MS Project	Project Expert	IC	Oracle Primavera	«Алтус- Управление	Программный комплекс «СтройКонтроль
Формирование отчетной документации	+	+	+	+	+	+
Продолжение таблицы 1						

Контроль трудовых и материально-технических ресурсов	+	+	+	+	+	+
Контроль сроков строительства	+	+	+	+	+	+
Контроль персонала на объекте	-	-	-	-	-	+
Контроль качества	-	-	-	-	-	+
Интеграция с другими программами	+/-	+/-	+	+/-	+	+
Составление финансовых отчетов	+	+	+	+	+	+
Гибкая настройка отчетов	-	-	-	-	-	-

Основной задачей данных программ является сокращение времени необходимого на контроль за строительными процессами, упрощение работы со строительной документацией и прогнозирование потенциала предприятия на определенный срок времени.

Грамотное совмещение работы планового отдела с использованием передовых программных комплексов позволяет правильно распределять производственные мощности организации. Это ведет к соблюдению баланса в работе компании, совпадению сроков, числа рабочих и материалов на строительном объекте, максимально возможному соответствию ПОС с ППР.

В своей работе авторы рассмотрели значительное число объектов нескольких генподрядных организаций (ГО), составили графики движения рабочих на основном этапе возведения здания и совместили их по организациям, чтобы получить картину распределения мощности организации (Рис 1, 2, 3, Табл. 2).



Рис.1 СУММ ГО 1



Рис.2 СУММ ГО 2



Рис.3 СУММ ГО 3

Таблица 2.

Анализ отклонения фактического количества рабочих от планового

Организация	ГО 1	ГО 2	ГО 3
Среднее отклонение, %	4,55	1,81	3,09

В процессе анализа работ подрядных организаций по устройству монолитных железобетонных конструкций выявлено ожидаемое отклонение численности трудового ресурса относительно плановых показателей. Однако, данная флуктуация, как посылает статистический анализ деятельности подрядчиком при выполнении заданных объемов, не сказывается существенно на уровне производительности труда и, соответственно, на сроках открытия фронта работ под другие производственные подразделения, что можно использовать при формировании оптимизационного аппарата загрузки производственных подразделений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Латидус А.А., Чередниченко Н.Д.* Актуальные вопросы планирования строительного производства в современных условиях // Научное обозрение - 2015. № 21. С. 338-341.
2. *Гинзбург А.В., Лобырева Я.А., Семернин Д.А.* Системный подход при создании комплексных автоматизированных систем управления и проектирования в строительстве // Научное обозрение - 2015. №16, С.461-464. У
3. *Латидус А.А.* Влияние современных технологических и организационных мероприятий на достижение планируемых результатов строительных проектов // Технология и организация строительного производства - 2013. № 2, С. 1.
4. *Ширишков, Б.Ф.* Организация, управление и планирование в строительстве. М.: АСВ, 2016. 528 с.
5. *Олейник, П.П.* Организация планирование и управление в строительстве. М.: АСВ, 2015, 200 с.

6.

Студент 4 курса 18 группы ИСА Дербенцев Н.А.

Студентка аспирантуры 1 года обучения 9 группы ИСА Пахомова Л.А.

Научный руководитель – проф., д-р техн. наук, проф. П.П. Олейник

ПРИМЕНЕНИЕ БЫСТРОВОВОЗВОДИМЫХ МОДУЛЬНЫХ ЗДАНИЙ В ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Быстровозводимые строения можно считать универсальными. Благодаря современным технологиям производства зданий, их можно использовать в широком температурном диапазоне и в любых климатических зонах: от южных широт с их +45 градусами и до северных –50 градусов. При этом технология «Флэтпак» позволяет экономить на поставке крупных партий блок контейнеров, металлоконструкций и работать со всеми регионами Российской Федерации и странами СНГ[1,2,4,5].



Рис.1. Флэтпак

В соответствии с техническим заданием заказчика, на основе утвержденного проекта, завод приступает к производству металлоконструкций. Завод изготавливает не только модульные здания, но и его комплектующие, такие как сэндвич-панели[3].

Транспортировка здания осуществляется автомобильным, морским и железнодорожным транспортом по условиям договора от завода до объекта застройки. Благодаря тому, что транспортировка осуществляется в разобранном виде, заказчик может снизить затраты на доставку в 3раза.

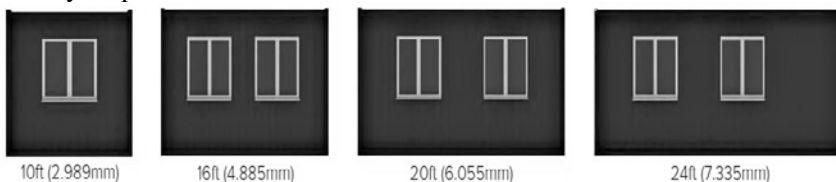


Рис.2. Типовые модели блок-контейнеров

Ключевые особенности блок-контейнеров:

- Легкость монтажа / демонтажа здания (инструкция по сборке в комплекте поставки)
- Экономная транспортировка
- Упрощенная технология расширения здания, благодаря уникальным соединительным узлам
- Разборная конструкция с возможностью изменения конфигурации помещения путем монтажа ограждений из сэндвич-панелей
- Отсутствие необходимости в разрешении на строительство
- Возможность применения упрощенных, многоразовых экономических фундаментов.

Исходя из функционального назначения сооружений, а также требований для оснащения и инженерных систем, составляется техническое задание на проектирование модульного здания. В комплекс услуг по проектированию входит разработка эскизного проекта с указанием архитектурно-планировочных решений с последующей визуализацией, детальная разработка чертежей для строений и инженерных сетей в соответствии с нормами проектирования.[6]

Конструкции представляют собой крупно-узловые детали, позволяющие в сжатый срок возводить здания без специализированной рабочей силы, значительно удешевляя затраты на возведение объекта.

Монтаж осуществляется на усмотрение заказчика несколькими возможными вариантами:

- Монтажной бригадой завода изготовителя
- Монтажной бригадой заказчика под контролем, авторизованного шеф-монтажника
- Силами заказчика на основе инструкций по монтажу и дистанционного сопровождения представителями завода.

Быстровозводимое модульное общежитие позволяет обеспечить проживание сотрудников в непосредственной близости к месту работы. В подобном здании есть все необходимые условия для комфортного проживания и организации быта рабочих на высоком уровне: комнаты для сна и отдыха, места приготовления и приема пищи, санитарно-гигиенические комнаты. На базе модульного здания можно организовать комфортное жилье не только для работников, но и для руководителей. Объединив несколько модулей, можно создать просторное жилое помещение с собственным санитарным узлом[7].

Модульные здания могут быть применены не только на строительных объектах, но и во множестве других сфер. К примеру, на основе блок-контейнеров или панельно-стоечной системы создаются мотели,

гостиницы для туристов, несомненным плюсом которых является возможность менять локацию здания во внесезонное время, увеличивать и уменьшать его площадь при наличии такой потребности, устанавливать здание в короткие сроки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Cornelia Dorries (Корнелия Дорпус), Sarah Zahradnik (Сара Зарадник).* CONTAINER AND MODULAR BUILDINGS (Модульные здания и дома из контейнеров) – 2017.
2. *Yu Losev, V O Chulkov, R.R.Kazaryan* 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
3. *Kazaryan, R.R., Khvan, V.A.* Technological processes for manufacturing cellular concrete products for construction// Materials Science Forum, 931 MSF, (2018)
4. *Олейник П. П.* Анализ и разработка норм продолжительности строительства жилых зданий типовых серий. // Механизация строительства.- 2008.- № 2.- С. 18–20.
5. *Олейник П. П.* Организация строительного производства.–М.: АСВ, 2010. 573 с.
6. *Олейник П.П., Бродский В.И.* Стандартизация организации строительного производства // Вісник ПДАБА. 2013. №11 (188).
7. *Sinenko, S., Zhadanovskiy, B., Pakhomova, L.* Assessment of Complex Technological Processes of Concrete Mixes Preparation with On-Site Automated Concrete Mixing Plants//IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463(3),032032,2018

ВЫБОР БАШЕННЫХ КРАНОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Главной целью каждой строительной компании является качественное возведение зданий в кратчайшие сроки. В современном мире существует множество высокотехнологичной техники, которая помогает справиться с задачами, возникающими при строительстве высотных зданий. Одним из видов такой техники служит башенный кран [1,3,4]. В зависимости от конструктивных решений, назначения, высотности массы монтируемых конструкций и способов производства работ используются башенные, башенно-стреловые, приставные, самоподъемные и другие виды кранов. [2] Преимущественно применяют самоподъемные краны, в месте их установки устраивают шахты для передачи нагрузки на несущие конструкции здания. Самоподъемный башенный кран состоит из неподвижной башни с поворотным оголовком, к нему прикреплены стрела с грузовой кареткой, противовесная консоль и кабина управления.

Приставные краны отличаются креплением башни к конструкции здания. Обычно применяются на строительных объектах, имеющих жесткий каркас. Первое закрепление башни производится на высоте 40 м с дальнейшими креплениями через каждые 30 м по вертикали. Кран состоит из башни, промежуточных секций, верхней секции с устройством для монтажа промежуточных секций и поворотного оголовка с противовесной консолью и горизонтальной стрелой, по которой движется стреловая каретка [5]. Специальные башенные краны используются для монтажа электростанций, прессовых цехов металлургических, машиностроительных заводов. Для них характерна повышенная грузоподъемность, значительный вылет стрелы и большая высота подъема.

При выборе крана необходимо учитывать:

- Технические характеристики: грузоподъемность, высота подъема и дальность вылета стрелы, скорость подъема груза, скорость поворота крана, высота крепления крана, энергопотребление, простота монтажа и обслуживания крана.
- Особенности конструкции. Плоская стрела удобна только для башенных кранов малой и средней грузоподъемности (до 5 т). Для кранов большей грузоподъемности стрела становится очень тяжелой и требует предельного внимания со стороны крановщика при подъеме

груза, так как изгиб стрелы в вертикальной плоскости может достигать до 3...4 м. [1].

- Параметрические, детерминированные и свободные характеристики. К детерминированным относятся соответствие параметров крана технологическим ограничениям при производстве монтажных работ по точности установки элементов, по дорожным и габаритным условиям строительной площадки. Параметрические учитывают максимальную массу элемента и максимальное удаление монтируемых элементов от оси вращения крана, и высоту подъема. Свободные включают организационные ограничения по интенсивности монтажа, производительности кранов, дальности их перебазирования. [2]

- Новый ли кран или подержанный. Речь идет о количестве выполненных рабочих циклов и массы груза, что может свидетельствовать об износе конструкции. Безопасность и специфика использования башенных кранов указывает на необходимость использовать новые башенные краны, которые получают техническую поддержку производителя. [7,8]

- Марка (бренд) крана. К самым известным и качественным башенным кранам относятся современные марки серии КБ российского производства, а также краны Liebherr (Германия), Potein (Франция), Favelle Favco Group (Австралия) и других европейских производителей. Им свойственно высокое соотношение цены к эффективности.[6,7].

Работа ведется следующим образом: вокруг башни располагаются три крана и один кран внутри, в центре ядра (Рис.1). Башенный кран "пристегивают" к возводимому зданию с помощью специального вида обоймы, или устанавливают в его центре, "прорезая" этажи.



Рис.1 Лахта центр

В каждом небоскребе есть лифтовые шахты. Обычно они находятся в ядре, в центральной части здания. В шахты лифтов устанавливают основы для кранов. Их монтируют на временно установленные металлические рейки.[8,9] С увеличением ядра, растут и этажи. Кран "растет" вместе с постройкой. При этом кран не разбирают, чтобы смонтировать на новой высоте. По направляющим элементам поднимают всю конструкцию на новую высоту, чтобы можно было вставить дополнительную секцию снизу. Таким образом, от рационального использования кранов при возведении высотных зданий зависит эффективность производства выполняемых работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Теличенко В.И.*, Технология возведения высотных, большепролетных, специальных зданий : Учебник./ Теличенко В.И., Гныря А.И., Бояринцев А.П. - М. : Издательство АСВ, 2018. - 744 с.
2. *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
3. *Познахирко Т.Ю.* Некоторые особенности организации производства строительства высотных зданий//Перспективы науки. 2018. №12 (111). С. 15-19.
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. *Познахирко Т.Ю.* Особенности организации производства высотного строительства в России// Научное обозрение. –№ 14. – 2017 г. –С.110-114
8. *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
9. *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

Студентка магистратуры 2 года обучения 22 группы ИСА Завьялова П.А.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук В.И. Бродский

ОПЕРАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ НАДЗЕМНЫХ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ МНОГОЭТАЖНОГО МОНОЛИТНОГО КАРКАСНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

На сегодняшний день качественный контроль соответствия строительно-монтажных работ (СМР) проектными решениям и своевременное выявление дефектов являются одной из самых актуальных проблем в строительном производстве. По сравнению с производством в СССР, количество зданий с предельными дефектами стало в полтора раза больше. Это свидетельствует о необходимости разработки схемы операционного контроля качества работ по устройству надземных несущих конструкций многоэтажного монолитного каркасного жилого здания. Вопросы соответствия СМР проектной документации, техническим регламентам, действующим правилам и нормам и контроля качества работ регламентируются Градостроительным кодексом Российской Федерации, принятым 29 декабря 2004 года [1,2]. Контроль качества работ по устройству надземных несущих конструкций многоэтажного монолитного каркасного жилого здания подразумевает проверку соответствия СМР, а также строительных материалов и изделий, от которых зависит качество готовой строительной продукции, требованиям проектов, СНиП, технических регламентов, стандартов [3,4].

В СП 48.13330.2011 «Организация строительства» - актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 перечислены шесть видов контроля и надзора за процессом строительства [1,5]. Каждый из этих видов контроля наделен полномочиями, имеет свои функции и выполняют объем, определенный соответствующими нормативными актами:

- строительный контроль лица, осуществляющего строительство
- строительный контроль заказчика;
- контроль со стороны государства;
- контроль со стороны администрации;
- авторский надзор генерального проектировщика;

- авторский надзор ГАПа.

Для дальнейшего анализа рассмотрим виды контроля, которые можно классифицировать по трудоемкости проведения работ и влиянию на продолжительность производства строительно-монтажных работ. На эти виды необходимо обратить особое внимание, в связи с тем, что они влияют на общую продолжительность при календарном планировании. Разработанная система контроля этих видов позволит оптимизировать общую продолжительность производства работ и обеспечить безопасность и надежность зданий. Основные виды контроля и их последовательность представлены на схеме (рис. 1).

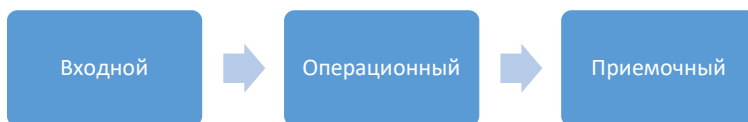


Рис. 1. Основные виды контроля качества работ

В статье рассматривается операционный контроль как один из методов эффективного контроля для соблюдения технологии выполнения строительно-монтажных работ, которые указаны в ППР; контроля соответствия выполненных работ рабочим чертежам, нормам производства и строительным правилам. Операционный контроль качества работ по устройству надземных несущих конструкций многоэтажного монолитного каркасного жилого здания – это основной вид внутренней и внешней технической проверки, которая проводится на строительном производстве[6].

При проведении операционного контроля предварительно разрабатываются схемы операционного контроля, позволяющие, без срыва времени и задержек, своевременно обнаружить и принять меры по устранению всех видов коллизии, отклонений, дефектов и т.д. Схема операционного контроля включает в себя контроль за всеми процессами строительного производства:

- анализ проектной и рабочей документации;
- соблюдение техники безопасности труда;
- промежуточная приемка строительно-монтажных, в том числе скрытых работ;
- контроль качества готовых конструкций и материалов, входной контроль и правил хранения и транспортировки;

- анализ исполнительной, организационно-технологической документации, включая порядок и последовательность технологии выполнения;
- подготовка актов на ответственные конструкции и их приемка;
- проверка соответствия объемов работ к сдаче.

Бесперебойный ход производства в строительстве возможен только при детальной проработке последовательности работ, учете всевозможных негативных влияния и планировании необходимых ресурсов на каждом этапе. Недостаточный учет, влияющих на строительное производство, факторов приводит к нарушению ритмичности строительства, перебоям при транспортировке материалов и несвоевременному обеспечению СМР необходимыми ресурсами. Корректно разработанная схема операционного контроля позволит оптимизировать общую продолжительность производства работ и обеспечить безопасность и надежность зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. "Градостроительный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 N 190ФЗ (ред. от 21.10.2013) (с изм. и доп. от 07.06.2013 N 113-ФЗ, вступившими в силу с 05.12.2013).
2. *Олейник П. П.* Анализ и разработка норм продолжительности строительства жилых зданий типовых серий. // Механизация строительства.- 2008.- № 2.- С. 18–20.
3. *Олейник П. П.* Организация строительного производства.–М.: АСВ, 2010. 573 с.
4. *Олейник П.П., Бродский В.И.* Стандартизация организации строительного производства // Вісник ПДАБА. 2013. №11 (188).
5. *Ларин В. П., Васильев С. А., Шелест Д. К., Репина А. В. Герцев П. В.,* Конструктивно-технологические варианты проектирования электронных модулей на основе внутреннего монтажа // Изв. ГУАП. Аэрокосмическое приборостроение: науч. журн. 2011. С. 112—116.
6. *Ларин В. П., Герцев П. В., Веряскин И. А.* Выбор конструктивного решения для электронных модулей гиперзвукового летательного аппарата // Завалишинские чтения: Сб. докл. СПб: СПбГУАП, 2010. С. 139—141

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УЧЁТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ В ПОКАЗАТЕЛЯХ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕДЕНИЯ КРОВЕЛЬНЫХ РАБОТ

В настоящий период времени существует разнообразный выбор материалов для проведения кровельных работ. Кровельное покрытие работает в сложных температурно-влажностных условиях, перепады температур в диапазоне -40°C - $+90^{\circ}\text{C}$, воздействие атмосферных осадков, ветровая нагрузка, солнечная радиация и прочие факторы [2].

Выбор материала кровельного покрытия обусловлен различными конструкциями покрытия, которые так же достаточно разнообразны и отличаются по эксплуатационным показателям и срокам службы. Техническое состояние кровельных покрытий при эксплуатации определяется следующими факторами:

- применяемый кровельный материал,
- конструкция перекрытия, технология и организация работ. [3].

Кровельные материалы, которые рассмотрим при написании данной статьи представим на рис. 1



Рис. 1. Материалы для проведения кровельных покрытий [4].

Рулонные кровельные материалы представлены на Российском рынке тремя группами:

- 1 группа это битумные материалы на картонной основе.
- 2 группа это битумные материалы на не гнущихся основах.
- 3 группа битумно-полимерные материалы, на основе битумов модифицированных атактическим полипропиленом или модифицированные стиролбутадиен-стирольным каучуком.

Доли применения в строительных материалов, включенных в три группы представим на рис. 2.

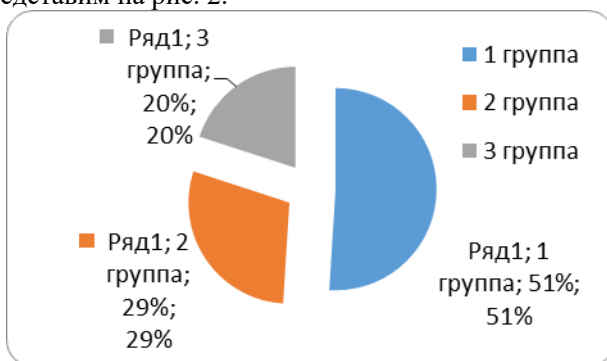


Рис. 2. Доля применения рулонных кровельных материалов

Как видно по рис. 2 первая группа является наиболее применяемой.

Далее рассмотрим пример. Проведем анализ возможных видов кровли на объекте исследования. В качестве объекта исследования выберем торговый центр г. Киров. «Гин-хауз». Проведем анализ 5 видов кровли по показателям, представленным в таблице 1.

Таблица 1 Показатели проведения работ по видам кровли

Вид кровли	Продолж. провед. Работ, дней	Сметная стоимость, тыс. руб.	Трудоемкость, чел.-дн.	Зар. плата, тыс. руб.
кровля из рулонных материалов на битумной антисептированной мастике	50	3985	818	54,0
кровля из рулонных материалов на битумно-полимерной мастике	49	4830	796	52,9

мастичная кровля из битумной мастики	51	3920	845	54,6
мастичная кровля из битумно-резиновой мастики	52	4900	861	55,7
кровля из ПВХ мембран	45	3750	718	47,6

Таким образом, по данной таблице видно, что экономически наиболее выгодно кровли из ПВХ мембран. Эта технология является наиболее современной и имеет срок эксплуатации примерно 50 лет. [1,7].

По результатам показателей сметной стоимости, трудоемкости, продолжительности выполнения работ, заработной плате рабочих и структуру себестоимости данный вид кровли является наиболее экономически выгодным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Одинцов Д.Г* Анализ организационно–технологических решений мягких кровельных покрытий // Известия высших учебных заведений. Строительство.–2008.– №6.– С. 79–83.
2. *Зельманович Я.И.* Долговечные кровли: АПП или СБС? // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.– 2001.– №3.– С. 9-15.
3. *Ливинский А.М.* Анализ методов и объемов производства кровельных работ и разработки предложений по их совершенствованию // Современные технологии, материалы и конструкции в строительстве. – №1. – 2009. – С. 73-79
4. *Теличенко В.И., Терентьев О.М., Ланидус А.А.* Технология возведения зданий и сооружений. — М.: Высшая школа, 2002.
5. *Олейник П.П.* Организация, планирование, управление и экономика строительства. Терминологический словарь / П.П. Олейник. - М.: АСВ, 2016. - 320 с.
6. *Теличенко В.И.* Управление качеством строительной продукции: Техн. Регулирование безопасности и качества в строительстве: Учебное пособие для студентов вузов.-М.: АСВ, 2003
7. *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

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ В ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ

В наше время монолитный железобетон является одним из самых востребованных материалов в строительстве. Область применения железобетона весьма велика [2], так как материал обладает рядом значительных достоинств.

Этот материал обладает экологически чистыми компонентами, высокой степенью огнестойкости и быстротой возведения. Однако, не стоит забывать и про особенности монолитного строительства. В нашей статье речь пойдёт про необходимость поддержания нормальных температурных [4] условий для бетонирования при пониженных температурах.

Одним из важнейших аспектов в строительном производстве является разработка [3] организационно-технологической документации. Она представляет собой совокупность документов, отражающих поэтапную организацию подготовки и технологические операции процесса строительства.

Разработка данной документации даёт возможность детально планировать капитальные вложения инвестиционного проекта, позволяет обеспечивать процесс строительства необходимыми ресурсами. для проведения соответствующих мероприятий для индустриальной базы строительного производства.

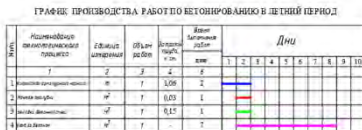
В состав организационно-технологической документации входят: проекты производства работ (ППР), технологические карты (ТК), документы, в которых содержатся решения, направленные на организацию строительства и разработку технологий различных видов работ.

Производство бетонных работ – сложный, многофазный процесс, включающий в себя множество нюансов [5], которые необходимо принимать во внимание для получения необходимого результата. Основным фактором, оказывающим влияние на производство работ, безусловно, являются природно-климатические параметры. Влияние этих параметров сопровождается существенными изменениями в последовательности процесса бетонирования. Для наглядности, проведём сравнение процессов производства бетонных работ в нормальных условиях и при пониженной температуре (таблица 1).

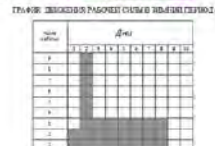
Таблица 1

Расчет продолжительности выполнения работ в летний и зимний периоды.

Процесс	Летний период	Зимний период	Объем работ		Норма врем, чел.-час	Трудо-емк., чел.-см	Прод., дни
			Ед. изм.	Кол-во			
Установка арматуры	+	+	т	1	8,5	1,065	2
Монтаж опалубки	+	+	м ²	1	0,25	0,03125	1
Утепление опалубки	-	+	м ²	1	6,7	0,008375	1
Укладка бетонной смеси в конструкцию	+	+	м ³	1	1,2	0,15	1
Технологический электропрогрев бетона	-	+	м ³	1	0,98	0,1225	7
Уход за бетоном	+	+	-	1	-	-	7
$\sum X$ л. п.						1,24375	8
$\sum X$ з. п.						1,374625	8



а) в летний период



б) в зимний период

Рис. 1. Графики производства работ и движения рабочей силы

$$\sum X_2 - \sum X_1 = \Delta \sum X, \quad (1)$$

$$1,374625 - 1,24375 = 0,130875$$

Полученная разница в трудоемкостях подтверждает, что процесс создания монолитных конструкций при пониженных температурах имеет не только большее количество операций, но и является более трудозатратным.

На рисунке 2 показаны площади фигур, полученные из графиков движения рабочей силы. Для наглядности примем, что в 1 рабочем дне 2 смены.

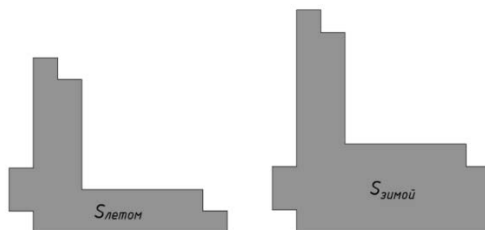


Рис. 2. Площади фигур, полученные из графиков движения рабочей силы

Проанализировав площади заданных фигур, получаем, что $S_{\text{Зим}} > S_{\text{Лет}}$ в 0,16 раз, что свидетельствует о разнице трудозатрат на производстве при наличии влияния природно-климатического фактора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Милашечкина О.И. , Ежова И.К. . Энергосберегающие здания. 2006. 76 с.
2. Ключко В.М. Приемы объемно-планировочных решений формирования энергоэффективных высотных полифункциональных зданий, использующих энергию ветра // АМГТ. № 2(31). 2015. 13 с.
3. Бурик В.О., Голованова Л.А. Особенности ветроэнергоактивных зданий // Новые идеи нового века - 2015. Т. 3. С. 183-189.
4. Крылов Б.А. и др. Руководство по прогреву бетона в монолитных конструкциях. М., 2005.
5. Усов Б.А. Химизация бетона. М., Изд-во ИНФРА_М, 2016.
6. 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.

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ МОНОЛИТНЫХ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Строительный контроль – это техническое сопровождение работ, проводимых в ходе строительства, всесторонний контроль основных параметров качества строительства, дающий инвестору гарантии качества, и уверенность в соответствии готовой строительной продукции проекту [1].

Строительный контроль промышленных и гражданских объектов массового строительства, в случае использования бетонной смеси готовой (БСГ) проводится на следующих этапах:

- подготовительный[2,3];

На данном этапе контролируется готовность транспортного и вспомогательного оборудования к проведению работ, контроль соответствия БСГ требованиям классу бетона по подвижности и требованиям по расслаиваемости. Перед укладкой бетонной смеси в конструкцию необходимо освидетельствовать основания, геометрические параметры опалубки, арматурных каркасов, анкерных групп и закладных деталей. Рабочий шов и бетонное основание должен быть очищен от цементной пленки и грязи, опалубка- от остатков бетона, арматура от наледи, ржавчины и грязи. Внутренняя поверхность опалубочной системы должна быть обработана смазкой, не сказывающейся на экстерьере и физико-механических свойствах конструкции [4, 7].

- бетонирование;

На данном этапе контролируется качество бетонной смеси, соблюдение параметров транспортировки и выгрузки бетонной смеси, высоту укладываемых слоёв, качество уплотнения бетонной смеси. Следует строго следить за отбором бетонной смеси для изготовления контрольных образцов бетона.

- выдерживание бетона;

В ходе данного этапа контролируется соответствие фактической и теоретической, в данном возрасте, прочности бетона, правильность ухода за бетоном в условиях набора прочности при отрицательных температурах, а также при бетонировании в зимний период[5, 8].

- приемка готовой конструкции;

На данном этапе проверяются соответствие фактических и проектных размеров конструкции, вертикальность, отклонение готового элемента от вертикали.

Перечисленные выше этапы, а также основные контролируемые параметры являются общими и для строительства уникальных зданий и сооружений. С той лишь разницей, что при возведении уникальных зданий в отдельный случай разумно заменять выборочный контроль на сплошной. Это может идти вразрез с нормативной документацией, но позволяет избежать дополнительных рисков, связанных с мелкими дефектами конструкции.

Одной из главных особенностей уникальных конструкций – является использование высокопрочных бетонов и высокий процент армирования. Эти два фактора создают трудности при строительном контроле на этапе выдерживания бетона

Основными методами неразрушающего контроля, применяемыми на строительной площадке, являются[6]:

- Отрыв со скалывание;
- Ультразвуковой;
- Метод ударного импульса;
- Метод упругого отскока.

Несмотря на высокую точность, отрыв со скалыванием практически невозможно применять в густоармированных конструкциях. Метод ударного импульса и метод упругого отскока имеют низкую цену одной пробы, но приборы нуждаются в частой поверке, частом построении градуировочной зависимости, а главное, имеют малую глубину контроля прочности до 40-50 мм.

Основным методом в реалиях строительной площадки уникальных зданий является ультразвуковой метод. Ультразвуковой метод возможно использовать при сквозном и поверхностном прозвучивании. Но зачастую отсутствует доступ к конструкции с двух сторон, и в данном случае остается ультразвуковое поверхностное прозвучивание. Но здесь оказывает своё влияние вторая особенность уникальных зданий – использование высокопрочных бетонов. При наборе прочности имеет место перераспределение напряжений, это явление проявляется в том, что сжимающие напряжения начинают действовать на арматуру, а растягивающие на бетонную поверхность, что в свою очередь вызывает появление волосяных трещин

Во всей нормативной документации указано, что они не оказывают влияния на эксплуатацию конструкции, но при определении прочности методом поверхностного прозвучивания, сигнал между двумя датчиками искажается и прибор определяет неверные значения. Из этого следует, что необходимо либо проводить измерения на неповрежденных участках,

либо использовать ремонтные составы для восстановления поверхностей. Но в ГОСТ 17624-2012 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности (с Поправкой) [7], указано, что не допускается измерение прочности бетонов, имеющих трещины.

Таким образом получается, что в некоторых случаях может возникнуть ситуация, при которой просто невозможно обеспечить полноценный и всесторонний контроль прочности бетонной конструкции или из-за несовершенства измерительных приборов, или вследствие пробелов в нормативной документации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ширишков, Б.Ф.* Организация, планирование и управление строительством: Учебник для вузов / Б.Ф. Ширишков. - М.: АСВ, 2012. - 528 с.
2. *Теличенко В.И., Терентьев О.М., Латидус А.А.* Технология возведения зданий и сооружений. — М.: Высшая школа, 2002.
3. *Олейник, П.П.* Организация, планирование, управление и экономика строительства. Терминологический словарь / П.П. Олейник. - М.: АСВ, 2016. - 320 с.
4. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями N 1, 3)
5. *Теличенко В.И.* Управление качеством строительной продукции: Техн. Регулирование безопасности и качества в строительстве: Учебное пособие для студентов вузов.-М.: АСВ, 2003
6. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с Изменениями N 1, 2, 3)
7. ГОСТ 17624-2012 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности (с Поправкой)
8. *Топчий Д.В., Чернигов В.С.* Проведение тензометрического мониторинга за техническим и напряженно-деформированным состоянием подземной части зданий и сооружений в рамках научно-технического сопровождения строительства уникальных объектов// 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. 258-266.

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Главной задачей каждой строительной организации является составление оптимальной производственной программы, которая содержит в себе план производства продукции. Основой плана производства продукции служит расчет производственной мощности [1,5]. На данный момент существует несколько методов расчета производственной мощности, которая, в зависимости от формулировки понятия, может измеряться в разных величинах, таких как натуральные показатели, стоимостные, а также трудовые.

При формировании производственной программы большое внимание уделяется выбору единиц измерения, в которых будет производиться расчет [4]. Строительные организации, в основном, занимаются комплексными работами, и расчет производственной мощности и программы в натуральных показателях усложняется, а в денежных обобщается. Данные единицы измерения не дают возможности оптимизировать планы работ производственной программы, поэтому рассмотрим расчет производственной программы в трудовых ресурсах. Примем следующее определение мощности: производственная мощность строительной организации – максимально возможный, расчетный объем трудовых ресурсов, который может обеспечить строительная организация на выполнение определенного процесса, при условии наиболее эффективного составленного плана производства работ, использования прогрессивной технологии и организации производства.

Суть генетического алгоритма заключается в отборе наиболее оптимальной производственной программы путем перебора всех возможных вариантов. На входе в алгоритм подаются исходные данные о строительной организации и планируемых объектах:

1. Плановая численность собственного трудового ресурса;
2. Основные технико-экономические параметры;
3. Договорные сроки выполнения работ по договорам генерального подряда;
4. Основная информация по объектам производственной программы;
5. Ведомость объемов работ по объектам;

6. Плановая трудоемкость выполнения работ по объектам программы;

7. Тип объекта программы по степени реализации.

На начальном этапе планирования определяется крупность строительной организации по численности штата:

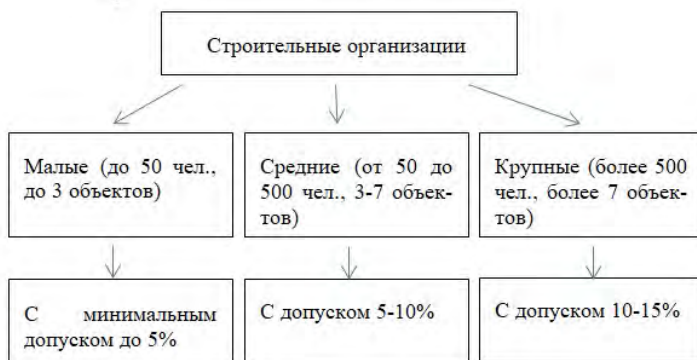


Схема 1. Классификация строительной организации по мощности

От данной классификации зависит категория допусков по издержкам ресурсов и количество одновременно возводимых объектов. Это условие исходит из целостности звеньев и бригады. На втором этапе разрабатывается организационно-технологическая документация по каждому объекту производственной программы [2,3]. В программу вводятся данные о работах, производимых на каждом объекте, и алгоритм, с помощью базы данных ЕНиРа, подбирает оптимальные звенья и бригады[6]. Для подбора бригады в программу необходимо внести данные о сотрудниках: количество, разряд и специализацию (возможно несколько). Алгоритм устанавливает последовательность и рассчитывает примерную продолжительность работ. Основным этапом представляет собой распределение ресурсов по объектам производственной программы. Основные факторы, которые учитываются при распределении трудовых ресурсов:

1. Исходная численность рабочих определенной специальности;
2. Критичность объектов (1.критические объекты первого рода; 2.критические объекты второго рода; 3.объекты, переходящие на следующий отчетный период; 4. сквозные объекты);
3. Объем работ;
4. Необходимость проведения подготовительных работ;
5. Наличие рабочей документации;
6. Наличие разрешения на строительство;
7. Удаленность объектов друг от друга;
8. Целостность бригады и звеньев;
9. Совмещение профессий;

10. Численность рабочих на фронте работы;
11. Возможность привлечения подрядных организаций.

Объекты первого типа критичности получают приоритет при распределении трудовых ресурсов. При нехватке ресурсов на данной площадке возможна передислокация рабочих с менее критичных объектов. Формируются плановые эпюры движения рабочей силы по объектам программы и производится учет влияния условий производства работ на показатели их выполнения. С учетом приращения трудового ресурса, за счет влияния данного показателя, составляется фактическая эпюра движения рабочей силы. Заключительным этапом алгоритма является расчет производственной мощности строительной организации в трудовых единицах и сравнение планового и фактического значения мощности по элементарным сегментам времени. Алгоритм завершает свою работу, если все условия соблюдены, иначе он возвращается на начальный этап и запускает перерасчет. Важнейшим этапом формирования производственной программы является расчет производственной мощности, которая характеризует действительные значения резервов строительной организации[6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бузырев В. В., Гусев Е.В., Савельева И.П.* Планирование на строительном предприятии. 2018.
2. *Олейник П.П.* Основы организации и управления в строительстве: учебник / Олейник П.П. - Изд. 2-е, перераб. - М.: Издательство АСВ, 2016. - 254 с.
3. *Цай Т.Н., Грабовый П. Г., Большаков В. А.* Организация строительного производства. Учебник / АСВ, М., 1999
4. *В.Я. Горфинкель, В.А. Швандар* Экономика предприятия
5. *Бузырев В. В., Суворова А.П., Федосеев И.В., Чепаченко Н.В.* Экономика строительства: учебное пособие / 2-е издание стер. М. : Академия, 2007
6. *Камолов К.Х., Юргайтис А.Ю.* Подбор состава бригад при формировании производственных программ строительных организаций // Научно-технический журнал строительное производство – 2019, С. 36-38
7. *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.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА НЕРАЗРУШАЮЩИМИ МЕТОДАМИ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

В настоящее время возведение любого здания и сооружения требует организационно-технологической документации. К ним относятся проект производства работ, а также дополнительная документация, в которой предлагаются варианты по организации строительного производства и технологии общестроительных работ, согласованные, оформленные, зарегистрированными и утвержденными в соответствии с условиями, функционирующими в организациях, осуществляющих разработку, утверждение и согласование этих документов из ряда определенных технических документов. Остановим наше внимание на проекте производства работ[1,2,5].

На возведение объекта в целом или его составных частей, производство некоторых видов строительного-монтажных работ и работ подготовительного периода, разрабатываются ППР. В зависимости от этого изменяется состав ППР(табл.1).

Таблица 1

Состав ППР в зависимости от объекта проектирования

Здание, сооружение и его часть	Отдельный вид работ	Подготовительный период строительства
График необходимости в основных строительных машинах	—	—
Технологические карты (технологические схемы)	Технологическая схема производства работ	Основные технологические схемы
Пояснительная записка	Краткая пояснительная записка	Пояснительная записка

Окончание таблицы 1

Технологические карты (ТК) входят в состав организационно-технологической документации, нормирующих правила выполнения технологических процессов, подбор средств технологического обеспечения, требования к качеству и приемке работ, необходимых материально-технических ресурсов, строительных машин и оборудования и т.д.[3,4].

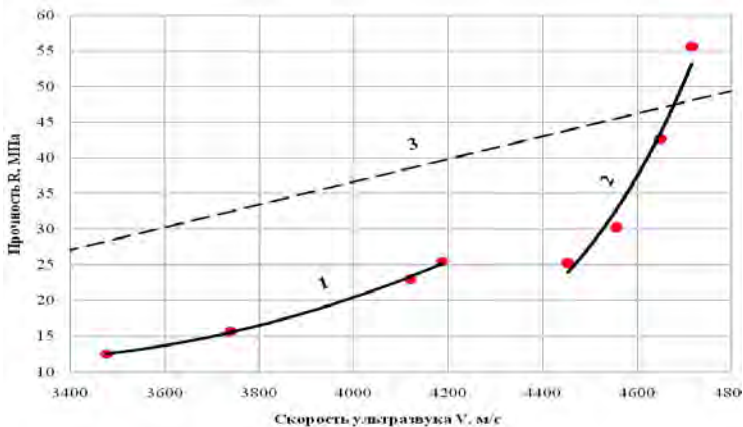


Рис.1 Определение прочности ультразвуковым методом

- 1 -Градуировочная зависимость "Скорость ультразвука - Прочность" по результатам испытаний кубов бетона класса В22,5;
- 2 - Градуировочная зависимость "Скорость ультразвука-Прочность" по результатам испытаний кубов бетона класса В30;
- 3 - Универсальная градуировочная зависимость по ГОСТ 17624-2012.

Разберем более подробно третий раздел, а именно требования к качеству и приемке работ, который содержит в себе «требования к качеству доставляемых материалов и изделий», «схемы операционного контроля качества», «список технологических процессов, требующих контроль». Контроль прочности бетона в конструкциях при монолитном строительстве осуществляется почти полностью с применением неразрушающих методов контроля. Однако, и ППР, и технические карты по строительству монолитных конструкций не содержат в себе точные указания по организационно-технологическому решению для проведения мероприятий по неразрушающему контролю качества. Поэтому пользователям приходится ссылаться на ГОСТ 18105-2010. Это не эффективно, так как при осуществлении неразрушающего контроля нужно учитывать:

1. В какие сроки будут проведены испытания
2. Какой уровень квалификации у исполняющего персонала
3. При каких климатических условиях
4. Какие приборы будут применены
5. Какие градуировочные зависимости использовать

Сравнивая полученные зависимости с универсальной градуировочной зависимостью по ГОСТ 17624-2012, видно, что реальные значения прочности отличаются от указанных в универсальной примерно в 2 раза при испытаниях во все сроки для бетона В22.5; а реальная градуировочная для бетона В30 принципиально отличается по форме [6]. Таким образом, изучив все разделы ППР, мы нашли лишь

общие понятия, универсальные градуировочные зависимости и ничего более. И в проекте производства работ, и в технологической карте отсутствуют четко прописанные организационно-технологические и управленческие решения по неразрушающему контролю.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 18105 – 2010 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности»
2. ГОСТ 17624-2012 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности.
3. *Yu Losev, V O Chulkov, R.R.Kazaryan* 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
4. *Kazaryan, R.R., Khvan, V.A.* Technological processes for manufacturing cellular concrete products for construction// Materials Science Forum, 931 MSF, (2018)
5. *Lapidus A., Khubaev A., Bidov T.* Development of a three-tier system of parameters in the formation of the organizational and technological potential of using non-destructive testing methods// E3S WEB OF CONFERENCES, 2019, 06037
6. *Гончаров А.А., Бидов Т.Х., Трескина Г.Е., Беккер Ю.Л.* Исследование градуировочных зависимостей, используемых при контроле прочности бетона неразрушающими методами// Научное обозрение, 12, 2015, с.68-72
7. *Лapidус А.А., Аветисян Р.Т., Мирзаханова А.Т., Казарян Р.Р.* Перспективы развития ВІМ технологий на территории российской федерации // Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы - 2019. С. 331-334.
8. *Топчий Д.В., Юргайтис А.Ю., Юргайтис Ю.С., Попова А.Д.* Оптимизация процессов планирования проектных работ и утверждение проектно-сметной документации объектов капитального строительства. Вестник гражданских инженеров. 2019. № 2 (73). С. 93-98

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЕМОНТАЖА ЗДАНИЙ

Интенсивный рост организаций в строительстве в настоящее время показывает нам инновационные технологии, так же в ногу со временем открываются миру невероятные технические решения оснастки объектов. Как правило, в строительстве не всегда выделяют должное внимание технологиям демонтажа объектов. В 21 веке можно выделить несколько основных технологий демонтажа:

- Полумеханизированная технология демонтажа.
- Механизированная технология демонтажа.
- Технология демонтажа вручную.
- Технология демонтажа с помощью взрыва здания.

Примером полумеханизированного демонтажа является технология алмазной резки конструкций специальными инструментами. Также применяется технология взрыва здания, данная технология не всегда актуальна, так как влечет за собой множество побочных мероприятий, большой и единственный плюс, по-моему мнению, скорость протекания процесса. Механизированная технология демонтажа здания подразумевает собой, как правило, использование специальной техники. Технология демонтажа вручную применяется при необходимости точных работ при разборке объекта, чтобы уберечь отдельные конструкции от разрушения.[1,2,8]

Первыми в открытии новых технологий демонтажа являются японцы. Строительство многоэтажных жилых объектов на востоке зародилось еще в 60-70х годах прошлого столетия. Делая выводы из выше сказанного, в настоящее время возведенные тогда здания утратили свои качества, иными словами исчерпали свою актуальность.[3,4]

В связи с этим Япония стала одной из первых стран, которую настигла проблема демонтажа многоэтажных зданий и сооружений в плотной сложившейся застройке. Исходя из этого инженерам Японии пришлось разрабатывать новые инновационные технологии демонтажа многоэтажных зданий и сооружений, чтобы исключить пыль, шум, а самое главное обеспечить безопасность людей, экологии.

Одной из первых была разработана технология демонтажа “Срезать и опустить”. Первая реализация прошла успешно на офисных объектах, 20-ти этажном здании высотой 76 метров и 17-этажном здании 65 метров высотой. Данная технология включает в себя следующие этапы:

1. Устранить несущие элементы нижних этажей.
2. Замена несущих элементов на гидравлические домкраты.

3. Демонтаж не несущих элементов этажа.
4. Утилизация побочного мусора.
5. Понижение уровня домкратов для перехода на следующий этаж.

В первый подход демонтажа данным методом здание становится ниже на 67,5 см. Вследствие этого можно сделать вывод, что на демонтаж вышеперечисленных зданий было потрачено времени сроком около 9 месяцев, если брать высоту 1-го этажа примерно 3 метра. Демонтаж здания новаторским методом “Срезать и опустить” сократило срок на 15%, в сравнение с технологией взрыва, с учетом утилизации мусора. Но стоимость новой технологии дороже приблизительно на 5-10%. [5,7]



Рис.1 Демонтаж здания технологией “Срезать и опустить”

Выше указанный метод демонтажа предназначен для зданий высотой до 20 этажа включительно. Когда перед японскими инженерами появилась задача демонтажа 40-этажного здания, данную технологию приходилось дорабатывать. В результате инновационного прогресса в сфере демонтажа зданий выше сказанный метод был доработан и назван Тесогер. Данная технология включает себя метод “Сверху вниз“. Вокруг этажей, где производится демонтаж, возводится так называемая ограждающая конструкция. Благодаря этой технологии воздух загрязняется на 90% меньше, а шум от работ можно сравнить с человеческим шепотом. [6]

Крыша демотируемого объекта остается нетронутой до последнего этапа. Крыша держится на временных оснастках в виде колонн, которые закреплены на 2 этажа ниже. В конечном итоге производится полный демонтаж несущих элементов и перекрытий заданного объекта, после чего их спускают вниз с помощью крана.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Колосков В.Н., Олейник П.П., Тихонов А.Ф.* Разборка жилых зданий и переработка их конструкций и материалов для повторного использования. М., Издательство АСВ, 2004
2. *Олейник П.П., Олейник С.П.* Организационные решения по разборке (сносу) жилых зданий типовых серий. М., МГСУ, 2008
3. *Топчий Д.В., Юргайтис А.Ю., Юргайтис Ю.С., Попова А.Д.* Оптимизация процессов планирования проектных работ и утверждение проектно-сметной документации объектов капитального строительства. Вестник гражданских инженеров. 2019. № 2 (73). С. 93-98
4. *Topchy D.V., Zelentsov A.A., Kochurina E.O., Matyukhina M.A* Environmentally friendly construction as a tool for ensuring the quality of construction products// В сборнике: E3S Web of Conferences electronic edition. 2019. С. 01082
5. *Klimina V., Yurgaitis A., Topchiy D.* Unified classification of defects detected by the technical examination// В сборнике: E3S Web of Conferences 2019. С. 01086.
6. *Yu Losev, V O Chulkov, R.R.Kazaryan* 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
7. *Kazaryan, R.R., Khvan, V.A.* Technological processes for manufacturing cellular concrete products for construction// Materials Science Forum, 931 MSF, (2018)
8. *Sinenko, S., Zhadanovskiy, B., Pakhomova, L.* Assessment of Complex Technological Processes of Concrete Mixes Preparation with On-Site Automated Concrete Mixing Plants//IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463(3),032032,2018

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ И РАЗРАБОТКА СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В УСЛОВИЯХ АКТУАЛЬНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

Организация разработки проектно - сметной документации является одним из важнейших факторов, влияющих на выполнение строительства в соответствии с планируемым финансированием, технологией и строительными нормами. Правильная организация также позволяет оптимизировать параметры возведения строительного объекта, включая влияние на период эксплуатации и информационное обеспечение в течение всего жизненного цикла. В настоящей статье рассмотрены вопросы нормирования и состава сметных работ, входящих в состав проектно – сметной документации, как элемента деятельности службы заказчика при организации работ по реализации инвестиционно – строительных проектов. Сметная документация разрабатывается на основе сметно-нормативных документов, которые, в свою очередь, разделяются на федеральные – государственные (ФЕР), отраслевые (ОЕР), территориальные (ТЕР) и индивидуальные сметные цены материалов в составе соответствующих действующих сборников. В России за разработку и введение в работу сметно-нормативных баз отвечает Минстрой РФ. ГЭСН – государственные элементные сметные нормы, предназначены для определения состава и потребности в ресурсах, необходимых для выполнения строительных работ. ФЕР федеральные ЕР - применяются для определения сметной стоимости на всей территории РФ и разрабатываются в основном уровне цен [МДС 81-35.2004]. ТЕР – территориальные ЕР – применяются при строительстве в определенных территориальных административных образованиях РФ (регионах). ОЕР – отраслевые ЕР – применяются для специализированных видов строительства (связь, газопроводы, энергетика, транспорт и т.п.) [МДС 81-35.2004]. Существует два назначения сметно – нормативной документации – расчет стоимости и техническое нормирование. Итогом сметного расчета является сметная стоимость. По части технического нормирования для составления организационно-технологической документации необходима информация по продолжительности (состоящую из нормы времени) и трудоемкости выполняемых работ. Стоит отметить, что в более раннем

сборнике ЕНиР указывался состав производственного подразделения, данная информация является важнейшей для составления организационно-технологической документации. В современных сборниках ЕР и ГЭСН подобная информация отсутствует.

Существует несколько основных методов расчета и оформления смет. К их числу относятся: базисно - индексный; ресурсный; ресурсно-индексный; с применением укрупненных сметных нормативов.

Единичная расценка в сборнике – это прямые затраты на производство единицы работы (рис.1).



Рис. 1. Состав единичной расценки. [Составлено автором]

Прим. ЭСН – элементные сметные нормы, ЗТ – затраты труда, ЭМ – эксплуатация машин, ЗТМ – затраты труда машиниста.

Несмотря на достаточно долгую историю и постоянное обновление сметных баз, многие специалисты считают, что текущая ситуация в области ценообразования далека от идеальной, и в настоящей статье мы затронем некоторые существенные проблемы в современном сметном нормировании:

1. В первую очередь стоит отметить, что несмотря на реформирование и выпуск новых сметно-нормативных баз, их «скелет» состоит из сборников середины прошлого столетия, и это наводит на мысль о неактуальности технологий и материалов, входящих в состав текущих баз. Минстрой РФ на регулярной основе обновляет сборники сметных норм, однако уровень базисных цен последнего остался на уровне 01.01.2000г., что делает невозможным рассмотрения стоимости тех или иных расценок ФСНБ – 2020 в отрыве от индексов текущего года.

2. Достаточно серьезной проблемой также является отсутствие единой базы стоимости работ. В связи с этим стоимость строительства одного и того же объекта будет серьезно отличаться в зависимости от

выбора сметного сборника, и делает невозможным определение реальной и абсолютной стоимости выполнения данных работ.

3. Исключение из современных норм принципов формирования производственных подразделений. Данная проблема влечет за собой необходимость при разработке организационно - технологической документации обращаться либо к недействующим ЕНиР либо к практике ведения строительства соответствующей организацией.

Отсутствует не только динамично актуализируемая база расценок, но и база норм времени для корректного расчета трудоемкости выполнения работ с учетом современных методов, технологий и механизации. Переход к более современной и точной системе ценообразования может быть произведен только при комплексном реформировании нормативного обеспечения сметной документации при помощи учета технического нормирования, "реального" обновления текущих сборников и введения единой сметно - нормативной базы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. *Топчий Д.В., Юргайтис А.Ю., Юргайтис Ю.С., Попова А.Д.* Оптимизация процессов планирования проектных работ и утверждение проектно-сметной документации объектов капитального строительства. Вестник гражданских инженеров. 2019. № 2 (73). С. 93-98
2. *П.П. Олейник, А.Ю. Юргайтис* Методы формирования оптимизации календарных планов строительных предприятий. Технология и организация строительного производства. 2017. № 1 (2). С. 3-7.
3. *Латидус А.А., Юргайтис А.Ю.* Особенности формирования комплекта разрешительной документации при реконструкции нежилых зданий. Технология и организация строительного производства. 2017. № 3 (4). С. 2-5.
4. *Юргайтис Ю.С., Юргайтис А.Ю.* Особенности процедуры прохождения государственной экспертизы проектно-сметной документации объектов строительства. Технология и организация строительного производства. 2018. № 1. С. 21-23.
5. *Топчий Д.В., А.Ю. Юргайтис, Д.Д. Зуева, Е.С. Бабушкин.* Актуальные направления строительного контроля при реализации объектов капитального строительства. Перспективы науки, №12(111).2018. С. 20-29.

СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫЙ ТЕХНИЧЕСКИМ ЗАКАЗЧИКОМ

Целью строительного контроля качества является обеспечение достижения всех целей проекта и соответствия всем требуемым стандартам качества при соблюдении установленных сроков, бюджета и безопасных условий работ.

Представители контроля качества (далее КК) должны установить, разработать и поддерживать эффективную систему КК. Они должны заблаговременно определять возможные несоответствия, принимать соответствующие меры по исправлению ситуации, обеспечивать информацией и техническими рекомендациями Начальника Строительства (НС) и Руководителя Проекта Генподрядчика (РПГ). Организация КК должна контролировать сроки начала и окончания строительства по условиям договора генерального подряда и детально по графику производства работ, а также состав, технологию проведения работ и сроки: монтажа; пуско-наладочных работ; поставки оборудования; кабельных изделий; сдачи объекта в эксплуатацию. В их обязанности входит подготовка документации, отражающая всю деятельность КК[1,3,4].

Классификация контроля качества.

1. Контроль качества на стадии проектирования. Проектирование является важной стадией проекта, так как на этом этапе вводятся корректировки в рабочую документацию. Выявление и исправление ошибок на стадии разработки РД более экономично и безопасно. Включает следующее:

- a. Согласование рабочей документации и выпуск ее в производство
- b. Выпуск листов авторского надзора и изменений к чертежам/спецификациям.
- c. Авторский надзор за строительством.

2. Проверка качества работ и проведение испытаний. Заключается в подтверждении соответствия материалов, конструкций, методов введения работ заявленным требованиям, указанным в проектной документации.

- a. Контроль качества на стадии закупок
- b. Входной контроль
- c. Операционный контроль
- d. Геодезический контроль
- e. Приемка выполненных работ
- f. Испытания смонтированного оборудования и систем.

- g. Инспектирование государственных органов власти и надзора.
- 3. Контроль документооборота, относящегося к контролю качества.
 - a. План обеспечения качества генподрядчика.
 - b. Регламенты проведения работ.
 - c. Описание методов производства работ
 - d. Согласование Заказчиком материалов и оборудования
 - e. Запрос на информацию
 - f. Процедура проведения согласований и утверждений документов, относящихся к контролю качества.
 - g. Хранение документации.

Если в результате исследований, осмотра, измерений или испытаний любых конструкций или частей зданий, или качества выполнения работ обнаруживаются какие-либо дефекты, или они изготовлены не в соответствии с проектом, Инженер строительного контроля по пакету работ или по инженерным системам извещает об этом Технического заказчика. Технический заказчик письмом извещает генподрядчика об отказе в приемке работ с обоснованием причин отказа. На каждую такую работу, конструкцию, участок и т. п. составляется Дефектная ведомость[2,5,8].

После составления дефектной ведомости генподрядчик обязан в течение 14 дней (если более длинный срок не предусмотрен технологией выполнения работ) устранить дефекты и предъявить выполненные работы представителю БЛЛ повторно.

Если для подтверждения качества выполнения работы требуется провести новые испытания, лабораторные исследования, то такие испытания должны быть проведены за счет генерального подрядчика и их результаты представлены в БЛЛ. Инженер строительного контроля по пакету работ или по инженерным системам рассматривает результаты испытаний на соответствие проектной документации или строительным нормам, либо направляет их проектировщику для выноса окончательного решения по возможности дальнейшей эксплуатации конструкции. На основании полученного ответа Директор проекта принимает решение о приемке работ.[6,7]

Достижение указанных результатов в области качества основывается на соблюдении обязательств по достижению общей цели всеми сторонами, участвующими в проекте: инвестора, заказчика, технического заказчика, генподрядчика и т. д. Благодаря строительному контролю, мы «приходим» к устойчивому и стабильному развитию нашей страны в строительной сфере. Миссия организаций КК- ответственность перед обществом и окружающей средой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 27.12.2019) / Общие положения ст. 1 п. 22.
2. *Малахов В.И.* Контрактные стратегии реализации инвестиционно-строительных проектов (базовый курс). - М.: 6-е издание, 2018.-85с.
3. *Кузьмина Т.К., Славин А.М.* Моделирование деятельности технического заказчика на этапе технического надзора // Промышленное и гражданское строительство – 2015. - № 4. - С. 62-66.
4. *Олейник П.П., Кузьмина Т.К.* Моделирование деятельности технического заказчика // Промышленное и гражданское строительство – 2012. - № 11. - С. 42-43.
5. *Олейник П.П., Кузьмина Т.К.* Моделирование деятельности технического заказчика на этапе предпроектной проработки и подготовки к строительству // Технология и организация строительного производства – 2013. - № 2. - С. 18-20.*Кузьмина Т. К., Синенко С.А.* Основные формы реализации функций заказчика при организации и управлении масштабными инвестиционно-строительными проектами // Научное обозрение. 2016. №7. С. 222-226.
6. *Кузьмина Т. К., Синенко С.А.* Основные формы реализации функций заказчика при организации и управлении масштабными инвестиционно-строительными проектами // Научное обозрение. 2016. №7. С. 222-226.
7. *Топчий Д.В., Юргайтис А.Ю., Данилочкин М.Н.* Научно-техническое сопровождение строительства и проектирования как дополнительный элемент квалиметрической модели обеспечения качества готовой строительной продукции// Технология и организация строительного производства. 2018. № 2. С. 1-5.
8. *Топчий Д.В., Юргайтис А.Ю., Юргайтис Ю.С., Попова А.Д.* Оптимизация процессов планирования проектных работ и утверждение проектно-сметной документации объектов капитального строительства. Вестник гражданских инженеров. 2019. № 2 (73). С. 93-98

ОПЫТ ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Редевелопмент иными словами - это перепрофилирование существующей территории, комплексная реконструкция и модернизация объектов недвижимости, которая затрагивает целые районы [2]. Отсюда следует, что редевелопмент является процессом превращения объекта недвижимости в иной объект, наделенный новыми функциональными характеристиками. Результатом перепрофилирования является возрастание стоимости объекта, а также эффективное использование городских территорий. [1] Редевелопмент в зарубежных странах, например, в США появился в 1930-х годах, когда неиспользуемые промышленные здания сдавали в аренду для творческих студий. После Второй мировой войны возникла необходимость перестроить промышленные здания, количество которых в мирное время превышало норму. Отсюда произошло развитие и отработка технологий перепрофилирования не отдельных зданий, а значительных территорий, районов: так, на месте обширных промышленных зон началось строительство жилых кварталов, музеев, ресторанов, парков. [2] Редевелопмент промышленных зданий в центры досуга, бизнес, торгово-развлекательные и другие центры является уже привычным для мира опытом. Проанализируем примеры перепрофилирования для выявления сильных сторон этого вида деятельности.

В Англии в 2000 году здание, ранее служащее электростанцией, преобразовали в галерею Tate Modern. Сейчас это одна из крупнейших артплощадок в мире. Не менее важным примером является центр современного искусства «Фабрика 798», расположенный в Пекине на месте, где ранее располагалась военная фабрика электронной промышленности, строительство которой вели с участием Советского Союза и Германской демократической республики в 1950-х гг. в стиле Bauhaus: простота фигур, большие свободные пространства и массивность конструкций. [3]

История Венских газометров началась в 1892 году. Четыре огромных газгольдера диаметром 60 метров и высотой в 70 метров были приспособлены для накопления сжиженного газа и долгое время они служили Австрии по назначению, но в 21 веке необходимость в их эксплуатации отпала. Теперь это многофункциональная зона, включающая в себя жилую, офисную и развлекательную зону, спроектированную архитектурным бюро Coop Himmelb au. Архитекторы

сохранили исторический облик зданий, накрыв их стеклянными куполами.

Сейчас Венские газометры можно смело назвать городом в городе. Четыре «крепости» соединены воздушными мостами и переходами. Внутри комплекса расположилось студенческое общежитие, жилые квартиры, собственный концертный зал, рассчитанный на 2-3 тысячи человек.

В России редевелопмент промышленных территорий не менее популярен. Санкт-Петербург продолжает перепрофилировать промышленные территории, находящиеся в центре города. «Лофт Проект Этажи» – торгово-выставочный центр, первый проект, появившийся в этом городе. В 20 веке здание являлось Смольнинским хлебозаводом. Сейчас здесь гостиница, несколько выставочных залов и павильонов художественных галерей, часть площадей сдается в аренду магазинам, ресторанам и кафе.

Также в 2012 г. на территории бывшей мануфактуры реализовали проект «Ткачи». Изменения коснулись лишь функционального назначения и отделочных работ. В остальном здание полностью сохранили в первоначальном виде. [4]

В России количество таких проектов увеличивается на десятки с каждым годом. В Москве приспособлении здания- памятника воплотили в центре дизайна ArtPlay.

В Москве можно привести пример множества успешных проектов редевелопмента городских пространств промышленных предприятий, среди которых Центр современного искусства «Винзавод», дизайн-завод Флакон, ЗИЛ, Серп и Молот, Коровино, Братцево, Бадаевский пивзавод, Филевский парк, Западный порт, Северянин, Верхние котлы, Грайвороново и другие.[5]

Ранее шелковая фабрика «Красная роза» сейчас функционирует как популярный бизнес-квартал с развитой творческой инфраструктурой. Территория очень привлекает москвичей и является популярным местом среди населения, поэтому можно считать этот пример одним из самых удачных развитий территорий города. [2].

Программа перепрофилирования промышленных территорий является одним из необходимых направлений развития столицы. Именно поэтому проблема редевелопмента таких территорий Москвы постоянно поднимается. Центральный административный округ столкнулся с нехваткой свободных территорий для нового строительства, отчего инвестиционная привлекательность любой площадки вблизи ГТК существенно повысилась.

Закключение: На основе анализа, рассмотренного мирового и отечественного опыта реновации бывших промышленных территорий и

объектов выявлено несколько направлений, методов и способов адаптации промышленных территорий и объектов к жизни современного города и потребностям его горожан. В статье изучены основные термины, которые характеризуют процесс реновации территорий. Полноценное использование всех территорий города позволяет обеспечить его целостность и транспортную связанность.[6]

Несомненно, перепрофилирование территорий на сегодняшний день представляет собой возможность изменить городской облик, оптимизировать и эффективно использовать не пользующиеся популярностью среди жителей или вовсе заброшенных территорий. Однако, как мы считаем, полномасштабный вынос промышленных предприятий за территорию города не всегда может принести положительный эффект. При проведении редевелопмента промышленных зон представляется достаточно важным рассмотреть возможности восстановления баланса между градостроительной и промышленной политикой г. Москвы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Латидус А.А., Топчий Д.В., Ефремова В.Е., Кузин Е.А.* Редевелопмент промышленных территорий//Вестник МГТУ им. Г.И.Носова -2019 Т.17 №4 С.56-61
2. *Аванесов А. Д., Болобошко Д. С., Ланин Е. Б., Огурцов Г. К.* Обзор отечественного и зарубежного опыта реновации производственных зданий//Научные исследования-2017. Т 12. № 1. С.98-100.
3. *Тимофеев М.А.* Музеефикация и перепрофилирование промышленных памятников архитектуры на примере солодовни завода «Бавария»//Вестник СПбГУКИ- 2011. Т 12. С.109-113
4. *Голованов, Е. Б., Киселёва, В. А.* Развитие редевелопмента как направления по преобразованию городских территорий // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». –2017. Т.3. С. 12-16.
5. *Topchy D.V., Zelentsov A.A., Kochurina E.O., Matyukhina M.A* Environmentally friendly construction as a tool for ensuring the quality of construction products// В сборнике: E3S Web of Conferences electronic edition. 2019. С. 01082
6. *Klimina V., Yurgaitis A., Topchiy D.* Unified classification of defects detected by the technical examination// В сборнике: E3S Web of Conferences 2019. С. 01086.

ФУНКЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАКАЗЧИКА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Изучая и обобщая все трактовки термина «Технический заказчик» можно выявить одну общую формулировку: это юридическое лицо, уполномоченное принимать участие в инвестиционно-строительном проекте, начиная от ведения Технического надзора и заканчивая полным (комплексным) управлением. Стоит отметить, что во втором случае деятельность Технического заказчика, как отдельной организации, применима только для Российской Федерации. Иными словами в западном строительном лексиконе нет понятия «Технический заказчик», то есть квалифицированного эксперта в области управления и организации работ по всем этапам инвестиционно-строительного проекта. Связано это с тем, что функционал Российского Технического заказчика настолько широк, что в зарубежной практике этот функционал раскладывается на несколько исполнителей как во времени, так и в нагрузке.

Обращаясь к практике можно выявить среднестатистический набор задач Российского Технического заказчика, ведущего свою деятельность от имени Инвестора или Застройщика. Действия Технического заказчика направлены на своевременное и надлежащее выполнение любых работ по строительству объектов недвижимости, в соответствии с утвержденным техническим заданием и проектно-сметной документацией, в рамках действующих законодательств.

Общий перечень основных функций Технического заказчика можно сформулировать следующим образом:

1. Разработка предпроектных предложений;
2. Контроль производства и качества строительно-монтажных работ, другими словами осуществление деятельности Технического надзора;
3. Сопровождение и поддержка выполнения функций Застройщика;
4. Управление строительством с ответственностью за результат.

Для дальнейшего раскрытия деятельности Технического заказчика необходимо обратиться к функциям Заказчика, приведенным ниже в таблице. Анализ реальных договоров между Заказчиком и Техническим заказчиком демонстрирует разный объем наполнения и разные периоды привлечения.

Справедливо отметить, что нередко Технический заказчик является

Таблица 1

Зависимость функций Заказчика от вида его деятельности

Вид деятельности Заказчика	Функции службы Заказчика	
Комплексное управление инвестиционно-строительным проектом	Помощь в подборе земельного участка, обосновании и оформлении, получении ТУ и подготовке ИРД;	
	Предоставление инженерно-консультационных услуг на коммерческой основе и маркетинговой анализ;	
	Выбор источников финансирования, бизнес-планирования, составление бюджета, смет, инвестиционный анализ;	
	Привлечение финансирования, страхование, резервирования, гарантии и обеспечения обязательств;	
	Служба капитального строительства Заказчика	Заключение договоров на ТУ, формирование контрактной модели, получение разрешений прав использования ЗУ;
		Разработка эскизного, архитектурного, технологического, базового и рабочего проекта, градостроительной документации;
		Согласование всех этапов проекта, прохождение Главгосэкспертизы, получение разрешения на строительство;
		Проведение конкурсных процедур, разработка графиков закупок, выполнении ЗУР, ПИР, СМР, ПНР, исполнительной документации;
	Строительный Инжиниринг	Организация управления проектом на строительной площадке, проектного офиса и системы управления проектом;
		Координация работы исполнителей, диспетчеризация, мониторинг, коммуникация, изменения и требования;
Контроль план-факт, совещания, штаб на площадке, план по вхождению в график и бюджет, контроль исполнителей;		
Управление стоимостью проекта, обеспечение бюджетных показателей эффективности, аудит работы исполнителей;		
Тех. надзор		Строительный контроль и технический надзор за качеством работ, безопасностью и экологичностью;
		Контроль стоимости и сроков выполнения работ в соответствии со сводным сметным расчетом и ПОС;
	Подготовка и сдача объектов в эксплуатацию.	

Единственным представителем Заказчика в проекте, а значит весь объем перечисленных функций Заказчика можно отнести к Техническому заказчику. Практика показывает, что данный способ осуществления инвестиционно-строительного проекта не всегда разумен, что должно быть разделение, а именно сжатие задач Технического заказчика. Это приводит к получению более качественного и целесообразного результата. Как было сказано выше, на западе отсутствует осуществление инвестиционно-строительного проекта лишь одним Техническим заказчиком, в привычном нам

понимании этого термина. К примеру, если мы сократим деятельность Технического заказчика до функций управления поставками, проектированием и строительством, то получим западный аналог, а именно ЕРСМ-подрядчика. Также надзора за соответствием проектных решений нормам градостроительства и безопасности - это будет деятельность ЕРСС-подрядчика.

Положительность результата данной западной модели заключается в следующем:

- повышение качества выполнения специфических работ за счет привлечения профессионалов;
- распределение работы и зон ответственности;
- оценка потребных свойств.

Важен и тот факт, что данная модель несет в себе более проработанную координацию действий, обсуждение и решение спорных моментов, согласование общей схемы проекта.

Подводя итог, хотелось бы отметить, важность развития деятельности Технического заказчика для повышения качества и эффективности результата реализации инвестиционно-строительных проектов, а также изучение и применение успешной зарубежной практики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 27.12.2019) / Общие положения ст. 1 п. 22.
2. *Малахов В.И.* Контрактные стратегии реализации инвестиционно-строительных проектов (базовый курс). - М.: 6-е издание, 2018.-85с.
3. *Кузьмина Т.К., Славин А.М.* Моделирование деятельности технического заказчика на этапе технического надзора // Промышленное и гражданское строительство – 2015. - № 4. - С. 62-66.
4. *Олейник П.П., Кузьмина Т.К.* Моделирование деятельности технического заказчика // Промышленное и гражданское строительство – 2012. - № 11. - С. 42-43.
5. *Олейник П.П., Кузьмина Т.К.* Моделирование деятельности технического заказчика на этапе предпроектной проработки и подготовки к строительству // Технология и организация строительного производства – 2013. - № 2. - С. 18-20.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕСУРСАХ

Материально-техническое обеспечение (МТО) – это организованный процесс организации, обращения и использования всех видов материально-технических ресурсов, таких как материалов, полуфабрикатов, изделий, конструкций, машин и оборудования, в строгой последовательности согласно производству работ. Система материально-технического обеспечения должна делать возможным обеспечение приоритета потребителя в хозяйственных отношениях, создавая условия баланса материальных ресурсов и воздействовать на производство и потребление с целью понижения затрат и увеличения потребительских свойств продукции. Таким образом, важнейшей задачей системы материально-технического обеспечения является сокращение до минимума производственных сбоев, которые обусловлены нестыковкой движения товара. [1] В настоящее время затраты в системе материально-технического обеспечения в строительной отрасли формируются в основном в области управления запасами. Это происходит из-за отсутствия на предприятиях методологии управления запасами. Также слабым местом современной системы материально-технического обеспечения является отсутствие управления процессами снабжения производства как организации единого процесса [2,3,5]. Для определения необходимого объема тех или иных ресурсов, а также их изменении, применяются методы оптимизационного типа, а также экономико-математические модели. Эти методы применяются из-за относительно высокой достоверности получаемых результатов и их универсальности [4,6]. Обоснованно выбранная модель математического обеспечения для будущей оценки в потребности материально-технических ресурсов (МТР), а также для составления плана обеспечения данными МТР строительной площадки, позволяет применить на практике полученные результаты, с целью оптимизации затрат по материально-техническому обеспечению и повышения производительности в целом. Все издержки функционирования системы материально-технического обеспечения можно подразделить на следующие затраты:

- затраты, связанные с перемещением (транспортировкой) материальных ресурсов;
- затраты, связанные с формированием запасов;

- затраты, связанные со содержанием запасов;
- затраты, связанные с потерями от дефицита материально-технических ресурсов.

Таблица 1

Основные методы определения потребности в материально-технических ресурсах, их преимущества и недостатки

Преимущества	Расчетный элемент	Недостатки
1. Методы, основывающиеся на нормах расхода		
1.1 Метод прямого счета		
Достоверность оценок и высокая точность расчетов	Современные и обоснованные нормы расхода МТР	Отсутствие достоверных данных по нормам расхода ресурсов, объемистость необходимых расчетов
1.2 Статистический метод		
Легкость в установлении особенностей новых конструкций и потребления материалов при их производстве	Фактические нормы расхода МТР на аналогичные конструкции	Вероятность возникновения трудностей при определении критериев, необходимость привлечения опытных специалистов.
1.3 Оценочный метод		
Легкость и быстрота определения потребности в МТР производства	Норма расхода МТР по типовым конструкциям номенклатурных групп	Достоверность расчетов обеспечивается лишь для групп однородной продукции
2. Метод динамических коэффициентов		
Точность расчетов, простота вычислений, возможность использования на разных уровнях планирования проекта	Фактический объем потребления ресурсов, коэффициенты корректировки норм потребления МТР	Невозможность достоверной оценки влияния факторов на реальный объем расхода МТР за предыдущие периоды
3. Метод рецептурного состава		
Возможность определения необходимых объемов различных материалов, входящих в состав конечного изделия	Процентное соотношение каждого материала, входящего в состав конечной смеси	Ограниченная область применения метода

Обеспечение оптимального размера запасов материально-технических ресурсов может являться способом повышения конкурентоспособности и рентабельности производства. Оптимальным можно считать тот уровень запасов, при котором уровень затрат, связанных с созданием запасов, минимален, но при этом запасов достаточно для обеспечения

бесперебойности производства.[2,7] В настоящее время используется несколько основных методов определения в потребности МТР, изучение которых позволило выявить основные их преимущества и недостатки, отраженные в таблице1. [3,7] Изучение данных методов позволило выделить следующие выводы: параметры, лежащие в основе проведения расчетов, являются основным различием изученных методов определения потребности в МТР; методы, основывающиеся на нормах расхода, следует считать основными методами определения МТР, остальные же методы рационально применять в частных случаях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Олейник П.П.* Основы организации и управления в строительстве: учебник / Олейник П.П. - Изд. 2-е, перераб. - М.: Издательство АСВ, 2016. - 254 с.
2. *Олейник П. П.* Анализ и разработка норм продолжительности строительства жилых зданий типовых серий. // Механизация строительства.- 2008.- № 2.- С. 18–20.
3. *Олейник П.П., Бродский В.И.* Стандартизация организации строительного производства // Вісник ПДАБА. 2013. №11
4. *Дикман Л.Г.* Организация строительного производства. Учебник для строительных вузов. / Л.Г. Дикман - М. : Издательство АСВ, 2017. - 588 с.
5. *Ермалинская Н. В., Борисовец О. Г.* Система управления материально-техническим снабжением предприятия : теоретическое обоснование структуры и анализ ее методического обеспечения // Вестн. Гомельского гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. 2015. № 2 (61). С. 94-104.
6. *Золотогоров, В.Г.* Организация производства и управление предприятием : учеб. пособие / В.Г. Золотогоров. – Минск : Книж. Дом, 2005. – 448 с.
7. *Олейник П.П., Кузьмина Т.К.* Моделирование деятельности технического заказчика // Промышленное и гражданское строительство – 2012. - № 11. - С. 42-43.

*Студентка 3 курса 5 группы ИЭУИС Павлова А.А.,
Студентка аспирантуры 1 года обучения 9 группы ИСА Пахомова Л.А.
Научный руководитель – проф., д-р техн. наук, проф. П.П. Олейник*

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ВОПРОСОВ ДОЛЕВОГО ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Основной формой строительного производства является капитальное строительство. При осуществлении проектов по возведению объектов, которые относятся к представленной области, часто применяется практика долевого участия. В настоящее время долевое строительство является одним из самых практичных и выгодных способов приобретения жилья, но не всегда успешных. Сравнительно низкая цена на первичном рынке связана с определенными рисками. Своё начало представленный вид получения жилья берет еще в 2005 г., когда впервые был опубликован закон «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации» от 30 декабря 2004 г. № 214-ФЗ и начал действовать с 1 апреля. С тех пор застройщикам было официально разрешено использовать для строительства денежные средства граждан, которые нуждались в жилье, т.е. дольщиков. В регулирующий закон ежегодно вносились изменения, среди которых можно отдельно выделить введение обязательного страхования ответственности застройщиков в 2014 г. Однако практика следующих лет показала, что данная поправка не помогает покупателям при неблагоприятном исходе получить компенсацию по страховке. В связи с этим в 2017 г. формируются Фонды защиты прав дольщиков и создается реестр застройщиков, который представляет собой полную базу данных компаний, которые занимаются долевой строительной деятельностью в РФ [1,4,9].

Также стоит отметить утверждение программы действий по постепенному переходу от долевого строительства к банковскому кредитованию и другим видам финансирования, сводящих риск для граждан к минимуму [2,8]. Он разделен на три этапа. В настоящее время реализуется завершающая фаза, ее сроки назначены с 1 июля 2019 по 31 декабря 2020. Т. е. сейчас долевое строительство осуществляется исключительно через эскроу-счета в уполномоченном банке. Денежные средства дольщиков замораживаются до сдачи объекта недвижимости в эксплуатацию по акту приема-передачи. Застройщик, в свою очередь, для строительства может использовать собственный капитал или оформить кредит в том же банке под определенный процент, что

называется проектным финансированием. Для того, чтобы приступить к строительному производству, застройщик (заказчик) должен иметь полную проектную документацию, прошедшую государственную экспертизу и разрешение на строительство, а также не менее 30% средств, вложенных в осваиваемую площадку [3,7].

Гарантия безопасности для покупателей заключается в том, что если застройщик не выполнит свои обязательства, то представляется возможным возврат вложенных средств. Это может произойти при банкротстве компании или ее ликвидации по решению суда, при расторжении договора соглашения дольщиком в судебном порядке из-за затягивания сроков сдачи, нарушения технологии строительства, внесения серьезных изменений в проектную декларацию.

Среди достоинств проектного финансирования следует отметить явное снижение рисков для дольщиков. Опасность может быть связана как с нецелевым использованием вложенных ими средств, так и с недобросовестностью строительных компаний в целом, которая может стать причиной оттягивания момента начала строительного производства. Также риски уменьшаются и для государства: при невыполнении обязательств застройщиками дома будут за счет средств банков, а не за счет средств бюджета. В связи с ужесточением требований и правил при долевом строительстве ненадежные застройщики покинут первичный рынок. Проблема «обманутых дольщиков» активно решается [5].

В строительном производстве привлекаются к достройке незавершенных объектов крупные строительные компании, в том числе ведущие организации стройкомплекса, которые могут решить поставленные перед ними задачи. Так как подобные ситуации регулируются непосредственно на строительных площадках, то необходимо произвести анализ и ряд мероприятий по работам обследования и дальнейшего возведения конструкций, которые находятся без предварительной консервации в течение долгого времени. Они позволят продолжить строительство незавершенного объекта и получить качественную строительную продукцию, даже, казалось бы, в такой изначально безвыходной ситуации обманутых дольщиков. После завершения достройки всех объектов по реестру единого официального перечня проблемных объектов Минстроя, долевое строительство пойдёт уже более цивилизованным курсом при защите средств вкладчиков долевого строительства [6].

В стройкомплексе функционируют самые разнообразные компании-застройщики и в такой ситуации сложно уклониться от рисков. Но нарастающая с каждым годом защищенность средств покупателей ведет к повышению спроса на участие в долевом строительстве. Так

повышается прозрачность не только первичного рынка недвижимости, но и строительной отрасли в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Светник Т.В.* Системный характер проблемы обманутых дольщиков в России // *Baikal Research Journal* – 2017. Т. 8 №4.
2. Центральный Банк Российской Федерации / Информационно-аналитические материалы, финансирование долевого строительства. [М.], 2000-2020.
3. *Светник Т.В., Корягина С.А.* Недостатки правового регулирования долевого строительства в детерминации отдельных видов экономических преступлений // *Всероссийский криминологический журнал* – 2018. Т. 12. С. 550-560.
4. *Гимадиева Л.Ш.* Проектное финансирование при финансировании жилищного строительства // *Вестник Евразийской науки* – 2019. Т. 11 №2.
5. *Клочкова Е.Н., Овечкина А.И., Петрова Н.П.* Актуальные вопросы формирования и развития проектного финансирования жилищного строительства в РФ // *Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета* – 2019. Т. 6.
6. *Межуева Т.В., Межуев А.В.* О переходе к проектному финансированию жилищного строительства // *Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью* – 2019. Т. 3 № 2. С. 141-146.
7. *Гареев И.Ф., Ефросиньина С. А.* Долевое строительство: внимание исследователей, тенденции рынка и перспективы развития // *Жилищные стратегии* – 2017. Т. 4. С. 193-214.
8. *Кучина Е.В., Морозова Л.Ш.* Анализ факторов формирования стоимости жилья при переходе к проектному финансированию жилищного строительства // *Вестник ЮУрГУ. Серия: экономика и менеджмент.* – 2018. Т. 12 №4.
9. *Кузьмина Т. К., Синенко С.А.* Основные формы реализации функций заказчика при организации и управлении масштабными инвестиционно-строительными проектами // *Научное обозрение.* 2016. №7. С. 222-226.

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗАСТРОЙЩИКА И ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАКАЗЧИКА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

С функциональной точки зрения технический заказчик – это специальная организация, а именно юридическое лицо, обязательно являющееся членом саморегулируемой организации (СРО) в области проектирования и строительства, которое на основании договора с застройщиком, обязуется выполнять организацию и управление строительного проекта на протяжении всего жизненного цикла. Если рассматривать экономическую позицию технического заказчика (он же – управляющий проектом), то им будет являться лицо, управляющее инвестиционным бюджетом проекта, согласованного с застройщиком (инвестором). [1]

Застройщик заключает договор с техническим заказчиком об оказании услуг в сфере организации и управления строительства в том случае, если первый не обладает достаточным уровнем компетенции в данной области. Застройщик может передать свои функции заказчику как в полном объеме, так и частично.

В случае привлечения застройщиком службы заказчика на её содержание уходит порядка 1,25% от общей стоимости строительства (ОСР), но не выше показателя H_1 согласно [2]. Такие данные актуальны при реализации типовых проектов.

Показатель H_1 рассчитывается по формуле:

$$H_1 = 90,1924 \cdot ЗП_{\text{тек.ур.}} \quad (1);$$

где $ЗП_{\text{тек.ур.}}$ – размер среднемесячной заработной платы в строительстве в городе Москве.

При условии, если застройщик передал заказчику все свои функции, то заказчик отражает уровень доходов (выручки) и расходов (издержек) аналогично застройщику. В случае, когда заказчик возводит объект за счет привлеченных средств, следовательно, учёт доходов от строительства он выполняет в соответствии с договором инвестирования в строительство. Если заказчику переданы функции от застройщика не в полном объёме:

- 1) Переданы координационные, организационные функции: управляющий проектом (тех. заказчик) обязан выполнять отчет о расходах по выполненным работам за счёт заранее предоставленных средств застройщика.

- 2) Переданы основные, контрольные функции: технический заказчик за отчётный период отражает свои расходы на оказание необходимых услуг застройщику. [3]

На этапе инициирования и планирования объекта технический заказчик совместно с застройщиком должны определить необходимость проекта и спрогнозировать, насколько выгодным будет такое решение. Именно этот этап будет являться фундаментом возможного эффективного роста компании в будущем. Ключевыми показателями реализации любого проекта являются выручка, издержки и прибыль компании. [4]

Проведём небольшой анализ сравнения двух московских строительных компаний АО «Мосинжпроект» и ООО «Мастервилл», чтобы показать насколько важна правильно организованная и слаженная работа технического заказчика совместно с застройщиком на этапе планирования проекта (см. графики 1 и 2). За основной показатель эффективности примем прибыль компании. Основной вид деятельности обеих компаний – деятельность заказчика-застройщика, а также генерального подрядчика.



График 1. Данные по финансовым показателям АО «Мосинжпроект» на основании бухгалтерской отчётности за 2011-2018 годы.

На основании данного графика можно сделать вывод, что первоначальная деятельность компании АО «Мосинжпроект» была продумана и спрогнозирована в долгосрочной перспективе. Компания не несёт убытков, т.к. все показатели прибыли выше нулевой отметки. Это говорит о качественно проделанной работе заказчика и застройщика на этапе формирования этого проекта. [5]



График 2. Данные по финансовым показателям ООО «Мастервилл» на основании бухгалтерской отчетности за 2013-2018 годы.

Что касается ООО «Мастервилл», эффективность компании приближена к нулю. Это означает, что компании не удаётся выйти на стабильный уровень дохода. Причиной этому может служить некачественно проделанная работа управляющего проектом на этапе инициирования и планирования объекта, несмотря на довольно крупный уставный капитал организации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузьмина Т. К., Синенко С.А. Основные формы реализации функций заказчика при организации и управлении масштабными инвестиционно-строительными проектами // Научное обозрение. 2016. №7. С. 222-226.
2. Кузьмина Т.К., Славин А.М. Моделирование деятельности технического заказчика на этапе технического надзора // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 4. С. 62-66.
3. Степанова И.С. Экономика строительства: учебник // под общей ред.. – 3-е изд., доп. И перераб. – М. : Юрайт-Издат, 2007. – 620с.
4. Кузьмина Т. К., Синенко С.А. Основные формы реализации функций заказчика при организации и управлении масштабными инвестиционно-строительными проектами // Научное обозрение. 2016. №7. С. 222-226.
5. Казарян Р.Р. Методология выбора рационального при многих критериях управленческого решения в строительстве // Бюллетень строительной техники 2019. №5 (1017) , С 24-26

ПЕРСПЕКТИВЫ МНОГОЭТАЖНОГО ДЕРЕВЯННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РОССИИ

В настоящее время в нашей стране наиболее остро стоит вопрос переселения людей из ветхого и аварийного жилья. При этом к новому строительству применяются определенные требования: быстрота возведения, унификация элементов, экологичность, минимальные теплопотери, а также невысокая стоимость строительства [1].

Наиболее подходящим вариантом, отвечающим всем вышеперечисленным требованиям, является строительство многоэтажных каркасных деревянных домов. Каркасный дом — это быстровозводимая конструкция, в которой все несущие элементы связаны между собой. До недавнего времени возведение каркасных домов широко применялось при малоэтажном строительстве, но на сегодняшний день по всему миру начинают возводить многоэтажные каркасные дома высотой до 14 этажей и более. Примером может служить деревянное здание Lighthouse Joensuu в Финляндии. Также в настоящее время разрабатывается проект деревянного небоскреба Oakwood Tower в Лондоне общей площадью 93 тыс. кв. метров и высотой почти 300 м. Оно будет вторым по высоте зданием в столице Великобритании. В России при строительстве любого дома необходимо учитывать сложные климатические условия – температура в зимний период в некоторых регионах в среднем опускается ниже -30 градусов цельсия. Поэтому каркасная технология отлично подходит нашей стране, так как является самой энергоэффективной, в следствие того, что стены полностью заполняются утеплителем [3,4,7]. Для возведения многоэтажных деревянных домов используются высокопрочные композитные материалы на основе древесины, в частности – LVL брус и CLT панели. Первый из них применяется в качестве вертикальных и горизонтальных элементов несущего каркаса здания. Материал представляет собой многослойный шпон из дерева хвойных пород. Волокна слоев располагаются параллельно, толщина каждого слоя составляет около 3 мм. Брус не дает усадки и остается геометрически стабильным на протяжении всего срока службы. В отличие от обычного дерева LVL не подвержен воздействию микроорганизмов, не деформируется от сырости, устойчив к химической агрессии. CLT плиты и панели – композитный материал, изготавливаемый методом перекрестного склеивания слоев древесины. Применяется в качестве ограждающих конструкций, плит перекрытия и покрытия зданий. Конструкции CLT

отличаются легкостью, пожаробезопасностью, высокими показателями прочности, тепло- и звукоизоляции. В настоящее время выпускаются CLT плиты толщиной от 60 до 400 мм.

Достоинства и недостатки многоэтажных деревянных домов

Современные технологии строительства и производства позволяют деревянным многоэтажным домам не уступать кирпичным и монолитным железобетонным домам в прочности, надежности и долговечности, а также обладают рядом преимуществ [2]:

- Быстрота и легкость возведения
- Низкая стоимость. Стоимость строительства деревянных домов ниже на 15-20 % по сравнению с традиционными видами строительства.
- Легкость конструкций, что позволяет сэкономить на сооружении фундамента.
- Высокая энергоэффективность.
- Экологичность строительства.

К недостаткам деревянного многоэтажного строительства можно отнести:

- Необходим строгий контроль качества материалов, так как в дешевых образцах может содержаться фенолформальдегидные смолы которые опасны для человека.
- Высокие требования к пожарной безопасности
- Отсутствие нормативной базы на многоэтажное строительство из дерева России, что не позволяет развиваться данной отрасли в нашей стране.

В России находятся огромные запасы леса. При грамотном внедрении новых технологий при обработке древесины стоимость этого материала будет постоянно снижаться, тогда как цены на производства бетона и стали постоянно растут [4].

Тем не менее пару примеров такого строительства есть в нашей стране. Например, реализованные проекты 5-этажной застройки в Пушкинском районе Санкт-Петербурга, а также 48-квартирный жилой дом с общей площадью квартир – 2172 м². Но к сожалению такие примеры относятся к разряду экспериментальных и уникальных. При этом в развитие данной отрасли домостроения заинтересовано большое количество людей и организаций: производители стройматериалов, строительной химии, а также подрядные и проектные организации. С этой целью в 2015 году концерном Акзо Нобель был проведен круглый стол «Многоквартирное и многоэтажное деревянное строительство: развитие, экономическая эффективность и существующие ограничения», на котором обсуждалось взаимодействие лесного сектора и домостроения, развитие современных строительных решений с

применением древесины, возведения многоквартирных и многоэтажных деревянных строений и взаимодействие государственных структур и деревянного домостроения [5,6].

Проблема строительства многоэтажных деревянных домов очень актуальна для нашей страны. Большая энергоэффективность данных домов позволяет строить их на всей территории России, а большие запасы леса и легкость и прочность LVL бруса и CLT панелей делают их строительство намного дешевле, чем дома из монолитного и сборного железобетона. Также деревянные многоэтажные дома – это быстрое возведение и экологичность строительства. И только устаревшие нормативные документы не позволяют деревянному домостроению выйти на большие производственные мощности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Лучкина В.В.* Перспективы развития инновационного рынка «зеленого» домостроения // Вестник МГУЛ. - Лесной вестник. – 2012. - №4 (87). – С. 152-156
2. *Лучкина В.В.* Современное развитие и экономическая целесообразность экологического строительства в России // Экономика и предпринимательство. -2017.- № 3-1 (80-1). – С. 152-157
3. *Кузьмина Т. К., Синенко С.А.* Основные формы реализации функций заказчика при организации и управлении масштабными инвестиционно-строительными проектами // Научное обозрение. 2016. №7. С. 222-226.
4. *Олейник П.П., Кузьмина Т.К.* Моделирование деятельности технического заказчика // Промышленное и гражданское строительство – 2012. - № 11. - С. 42-43.
5. *Олейник П.П., Кузьмина Т.К.* Моделирование деятельности технического заказчика на этапе предпроектной проработки и подготовки к строительству // Технология и организация строительного производства – 2013. - № 2. - С. 18-20.
6. *Luchkina V.* Efficiency of design offers on realization of ecological reconstruction in construction, E3s Web of Conferences 97, Vol. 97, 01037, 2019
7. *Luchkina V.* Sustainable model for the implementation of a green building project, E3s Web Conf., Vol. 110, 01083, 2019

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО КОТРОЛЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ.

Строительный контроль - проверяет соответствия выполняемых работ проектной документации, решениям и мероприятиям, направленным на обеспечение соблюдения требований. Он не помогает формировать бюджет строителя. Качественное выполнение (проведение) строительного контроля помогает избежать нарушений в ходе строительства, которые могут привести к необратимым последствиям, а, следовательно, сэкономить денежные средства застройщиков и инвесторов [6, 7]. Из анализа ст.ст.53-54 ГрК РФ следует, что законодатель в сфере градостроительной деятельности различает контроль и надзор по субъекту, порядку проведения и иным параметрам. Строительный контроль производится самим застройщиком и подрядчиком, а Государственный строительный надзор – государственным органом РФ [2, 3, 4]. Основой контроля является проверка соответствия качества работ четырем базовым параметрам: положениям проектной документации, требованиям технических регламентов, результатам инженерных изысканий, требованиям градостроительного плана земельного участка [5]. В следствие выше перечисленного, строительный контроль может быть охарактеризован как самоконтроль организации, занимающий свое четко определенное место в ряду предусмотренных действующим законодательством видов негосударственного контроля. В данной статье затронута тема улучшения строительного контроля, путем изучения и использования современных подходов. Современные подходы к выполнению строительного контроля [1,3,7]:

- Развитие способов управления информацией при осуществлении контроля.
- Применение BIM-технологии
- Организация взаимодействия участников строительного производства. Коммуникация.
- Обзор современных отечественных программных продуктов для строительного контроля и мониторинга.
- Обзор современных технических средств для строительного контроля и идентификации.

В настоящее время при проведении контроля используется различный комплекс программ, позволяющий в реальном времени

отобразить проблему (фотофиксация, 3D и т.д.) и сделать доступной ее всем участникам инвестиционно-строительного проекта.

Так же к этой теме относиться :

- -Внедрение беспилотных летательных аппаратов(БПЛА)
- -Использование технологии лазерного сканирования
- -Применение фотограмметрических методов

БПЛА еще не совсем осуществимая идея и в промышленном масштабе, эти технологии пока только входят в оптовое использование, потому как это дорого и не имеет полной доработки. Но, в будущем, они смогут выполнять задачи фотофиксации, досконального анализа тех или иных процессов, требующих контроля. Можно проводить контроль на больших высотах, не беспокоясь за безопасность человеческой жизни, машина точна и вряд ли, сможет допустить такую ошибку, как человеческий фактор(память, расчеты и тд.). БПЛА более мобильный, что позволяет быстрее выполнять работу и более качественно, ведь его зум позволяет видеть детальнее. Лазерное сканирование позволит выяснять точность размеров, например, при контроле приемки материала или визуальном осмотре. Стоит уделить внимание основным задачам строительного контроля:

1. Выявление нарушений в хранении и складировании строительных материалов, оборудования, инструментов.
2. Проверка и сравнение фактически, выполненных работ с отчетом.
3. Контроль выполнения сроков работ, согласно календарному плану.
4. Анализ смет.
5. Проверка наличия сертификатов и необходимых документов на строительные материалы, инструменты, технику.
6. Контроль по устранению выявленных нарушений.

Все эти задачи уже могут выполняться машинами, уменьшая трудозатраты и исключая невнимательность, усталость и прочие факторы, которые могут повлиять на качество работы. Так же с помощью камер осмотр идет гораздо быстрее, не нужно тратить время, чтобы куда-то пойти, один клик на мониторе и ты уже находишься в нужном месте. Но, существует и обратная сторона данных преобразований, например, цена на восстановление данных агрегатов, после неудачного приземления, а так же стоимость их обслуживания, получение разрешения на проведение полетов, поиск квалифицированных кадров по управлению и мониторингу и т.д. Впрочем, без недостатков новшества не вводятся. Со временем их будут устранять, а технологии совершенствовать. В заключении, на современном этапе, проведение строительного контроля является неотъемлемой частью строительства, так как обеспечивает качество и безопасность возведенного объекта.

Информационное моделирование позволяет наиболее оперативно фиксировать нарушения на строительной площадке и информировать о них всех задействованных, в строительстве, участников, но представитель организации, осуществляющий строительный контроль, не всегда присутствует на площадке, а, следовательно, не все нарушения могут быть зафиксированы своевременно. В таких условиях, БПЛА, мог бы стать альтернативной заменой, что, безусловно, облегчит и ускорит процесс контроля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Топчий Д.В., Токарский А.Я.* Совершенствование процесса управления строительно-монтажными работами посредством применения информационных моделей при осуществлении надзорных процедур // Строительное производство. 2019. № 2. С. 30-35.
2. *Катасонова М.А., Топчий Д.В.* Особенности проведения исследований в составе комплексной судебно-технической экспертизы строительных объектов // Технология и организация строительного производства. 2018. № 3. С. 39-42.
3. *Семененко М.Ф., Топчий Д.В., Васильева Ю.А.* Формирование детерминированной структуры функционирования строительного котроля при реновации городских территорий // Технология и организация строительного производства. 2018. № 4. С. 31-35.
4. *Topchiy D., Katasonova M.* Audit of design estimates and organizational and technological documentation in the process of construction expertise // В сборнике: MATEC Web of Conferences 2018. С. 05036.
5. *Кузьмина Т.К., Славин А.М.* Моделирование деятельности технического заказчика на этапе технического надзора // Промышленное и гражданское строительство – 2015. - № 4. - С. 62-66.
6. *Олейник П.П., Кузьмина Т.К.* Моделирование деятельности технического заказчика // Промышленное и гражданское строительство – 2012. - № 11. - С. 42-43.
7. *Токарский А.Я., Воробьев А.С., Данилочкин М.Н., Топчий Д.В.* Определение квалиметрических параметров строительных объектов в ходе осуществления государственного строительного надзора при риск-ориентированном подходе // Строительное производство. 2019. № 1. С. 70-74.

КОНТРОЛЬ И МОНИТОРИНГ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Процесс возведения зданий и сооружений требует тщательного контроля и мониторинга на всех стадиях строительства и эксплуатации объекта. Это позволяет выявлять и устранять ошибки и несовершенства на ранних стадиях строительного производства. С внедрением современных технологий все чаще находит применение система дистанционного контроля и мониторинга, которая позволяет быстро обмениваться информацией, получать данные со строительной площадки, находясь при этом в офисе, экономить временные и финансовые ресурсы. [1,2]

Мониторинг строительных объектов включает в себя следующие задачи:

1. Исключение аварийных ситуаций посредством выявления отклонений от нормативных показателей;
2. Сбор и передача информации о процессах возведения зданий или сооружений;
3. Моментальная передача информации о технологических ошибках и нарушениях, а также о возникновении чрезвычайных ситуаций;
4. Оповещение населения и сотрудников об эвакуации и помощь в этом.

Задачи строительного контроля:

1. Контроль качества выполнения строительных работ;
2. Контроль над использованием строительных материалов, предусмотренных проектом;
3. Контроль над правильным составлением сметы и отсутствием неоправданных расходов.

Часто для мониторинга применяют датчики, которые позволяют контролировать напряжения, перемещения и наклоны, возникающие в зданиях и сооружениях с момента их возведения и на протяжении всего срока эксплуатации. [2,3]

Существует несколько видов датчиков, позволяющих автоматизировать процесс мониторинга:

1. Инклинометры – датчики наклона. Данные датчики позволяют долговременно измерять положение сооружений, как в горизонтальной плоскости – наклон или осадки, так и в вертикальной – боковые смещения.

2. Тензометрические датчики перемещения используются для длительного мониторинга трещин и стыков, а также перемещения элементов относительно друг друга.

3. Датчики давления применяют для определения давления, которое испытывает грунт при воздействии на него здания.

Показания датчиков позволяют получить реальную схему изменения конструкции здания от каких-либо воздействий и контролировать их динамику. [2]

Все чаще в строительной сфере стали использовать беспилотные летательные аппараты (БПЛА), которые с помощью камер фиксируют состояние строительной площадки и возводимого объекта. БПЛА помогают осуществлять контроль качества строительных работ, геодезическую съемку, создание точных и качественных аэрофотоснимков и даже осуществлять взятие проб воздуха и шума.

С каждым годом сервисы беспилотных летательных аппаратов совершенствуются, появляются новые опции, которые позволяют автоматизировать многие этапы процесса контроля качества и мониторинга. Например, Российская компания TraseAir стала автором таких «беспилотников», которые способны сопоставлять выполненные работы с существующей сметой и рассчитывать их объем. Американский сервис «Skycatch» предлагает создание 3D – модели карт местности с помощью БПЛА и измерение расстояний, расчет объемов и площадей. Применение БПЛА в строительстве весьма разнообразно, области применения указаны на рисунке 1. [4]



Рис. 1 Области применения БПЛА

Преимущества БПЛА в строительстве:

1. Большая информативность фото и видео;
2. Дистанционное управление;
3. Глобальное инспектирование;
4. Картографирование объектов в разных масштабах;

5. Съемка разными камерами;
6. Мониторинг в режиме реального времени;
7. Независимость полета от времени суток и облачности.

Применение дистанционного управления в контроле и мониторинге строительного производства заключается в автоматизации этих процессов. Современные технологии позволяют во время обследования и изучения строительного объекта находиться в офисе и не появляться на строительной площадке. Украинская компания «SmartDrones» провела исследование и выявила, что использование беспилотных летательных аппаратов:

- в 5-20 раз экономят денежные средства;
- на 52% сокращает время, затраченное на сбор данных об объекте;
- на 55% повышает безопасность сотрудников;
- на 65% улучшает коммуникации и сотрудничество между заказчиком и подрядчиком;
- на 61% повышает точность данных. [5]

Современные технологии не стоят на месте, и на данный момент благодаря этому, работая удаленно, мы можем получать исчерпывающую и качественную информацию о состоянии строительного производства. Это, безусловно, улучшает не только качество выполняемых работ, но и условия труда самих специалистов, что также благоприятно сказывается на общем результате.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Волков А.А.* Некоторые задачи автоматизации проектирования в строительстве/ А.А. Волков, А.В. Беляев, А.Е. Давыдов, С.В. Юдин // Вестник МГСУ. – 2010. – №4. – С. 256-261.
2. *Ширишков Б.Ф.* Организация, планирование и управление строительством// Издательство АСВ. – Москва 2012. – С. 69-80.
3. *Солманидина, Н.В.* Строительная отрасль в России: состояние и развитие/ Н. В. Солманидина, А. Коновалова // Аллея науки. – 2018. – Т. 2. – № 2 (18). – С. 673–676.
4. *Jesse, Russell* Беспилотный летательный аппарат / Jesse Russell // VSD - 2012. - 277 с.
5. *Сильвестров М.М.* Автоматизация управления летательными аппаратами с учетом человеческого фактора/ М.М. Сильвестров, Л.М. Козиоров, В.А. Пономаренко. // Машиностроение - 2013. - 184 с.

Студентка магистратуры 1 года обучения 22 группы ИСА Чистякова А.А.

Научный руководитель - проф., д-р. техн. наук, проф. П.П. Олейник

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА КОТТЕДЖНОГО ПОСЁЛКА

Проект планировки территории под дачное строительство малоэтажных коттеджей на земельном участке, общей площадью 12,4875 га в селе Каринское, поселка Ершовское Одинцовского муниципального района Московской области, разрабатывается на основании постановления Администрации сельского поселения Ершовское Одинцовского муниципального района Московской области от 16.06.2020 № 496 «О разрешении ООО ГАЗ-Экспо» разработки проектной документации ...», по заказу поселения Ершовское.

Материалы проекта планировки являются основой для выноса в натуру (на местность) красных линий, а также линий регулирования застройки, границ земельных участков. Материалы учитываются при разработке инвестиционных паспортов территорий, проектов застройки элементов планировочной структуры и выдачи кадастровых карт (планов) земельных участков.

На территории строительства распространены ландшафты моренных и морено-водноледниковых равнин с пологими склонами и относительно слабой эрозионной расчленённостью. Они чередуются с плоскими водноледниковыми равнинами, а местами – с участками холмистых конечно-моренных равнин. Территория участка сложной формы.

В данном строительстве основную часть проектируемой территории занимает индивидуальная жилая застройка – 9,9056 га (78%); далее территория для размещения инженерно-транспортных коммуникаций – 2,2016 га (18%); затем территория для организации рекреационных зон – 0,1800 га (2%) и территория для размещения коммунально-технических объектов – 0,2003 га (3%).

На данном участке планируется размещение 110 участков, которые предназначены для строительства дачных индивидуальных (одноквартирных) жилых домов. Проектом предусмотрены следующие площади участков: 8 – 9 соток – 85%; 10 – 12 соток – 15%; административное здание – 2-этажное общей площадью 100 м²; КПП – 1-этажное здание площадью 6,0 м² - 2 здания; автостоянка на 3 – 4 автомобиля; технические службы; зоны отдыха и прогулочные зоны.

Организация движения транспорта и людей на проектируемой территории осуществляется с помощью дорожных знаков и дорожной разметки [1,6]. Количество машино-мест составит 13 [2]. В том числе,

размеры одного стояночного места приняты равными 3,50 x 5,50. Количество машино-мест для размещения автомобилей инвалидов определено и составит 1 [3,9]. Размеры приняты равными 4,50 x 5,50.

Предусмотрены объекты инженерной инфраструктуры, их мощность определяется в соответствии с потребностями проектируемой застройки: электроснабжения, водоснабжения, водоотведения, ливневой канализации, газоснабжения.

Точкой подключения сети электроснабжения и наружного электроосвещения является ТП. Сеть электроснабжения и наружного электроосвещения прокладывается проводом с изолированной несущей нейтралью с установкой ж/б опор. На пересечениях и примыкания опоры должны быть установлены не ближе 1.5 м. до начала тротуаров, не нарушая общего строя установки опор, от наружной границы бортового камня до цоколя не менее, чем 0,6 м. Установка 2-х рожковых светильников. Монтажные работы проводятся в соответствии со строгими требованиями [4,8].

Водоснабжение участка предусмотрено от выходного коллектора станции обезжелезивания, который расположен вне проектируемого участка. На сети предусмотрены водопроводные колодцы с последующей установкой отключающей арматуры и пожарных гидрантов. Подключение жилых домов к магистральной ветви водопровода выполнена с уклоном к водопроводному колодцу. Нормы водоотведения бытовых сточных вод необходимо принимать равными нормам водопотребления [5,7,10].

Сточные воды собираются проектируемыми внутриплощадочными сетями хозяйственно-бытовой канализации, а дождевые и талые воды проектируемыми сетями дождевой канализации.

Для газоснабжения данного проектируемого посёлка предусматривают установку ГРП.

Разрабатываемая документация по планировке данного земельного участка проводится с целью установления границ, развития территории, установка параметров развития составляющей планировочной структуры и выделение элементов, а также определение границ земельных участков.



Рис. 1. Генплан

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств».
2. СНиП 2.07.01 – 89* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».
3. ВСН 62-91* «Проектирование среды жизнедеятельности с учетом потребностей инвалидов и маломобильных групп населения»
4. СНиП 3.05.06-85 «Электротехнические устройства»
5. СНиП 2.04.03-85 «Канализация»
6. *Олейник П.П., Кузьмина Т.К.* Моделирование деятельности технического заказчика на этапе предпроектной проработки и подготовки к строительству // Технология и организация строительного производства – 2013. - № 2. - С. 18-20.
7. *Олейник П.П.* Основы организации и управления в строительстве: учебник / Олейник П.П. - Изд. 2-е, перераб. - М.: Издательство АСВ, 2016. - 254 с.
8. *Олейник П. П.* Анализ и разработка норм продолжительности строительства жилых зданий типовых серий. // Механизация строительства.- 2008.- № 2.- С. 18–20.
9. *Олейник П. П.* Организация строительного производства.–М.: АСВ, 2010. 573 с.
10. *Олейник П.П., Бродский В.И.* Стандартизация организации строительного производства // Вісник ПДАБА. 2013. №11

ОПЫТ И НЕОБХОДИМОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИНЦИПОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.

Концепция Бережливого производства занимает одно из наиболее значимых мест среди современных течений в менеджменте. «Бережливое производство – это концепция, предлагающая вовлечение в процедуру оптимизации каждого сотрудника. Такая схема направлена на максимальное ориентирование в сторону потребителя» [1].» Основная идея состоит в постоянном стремлении исключить любые виды издержек» [2]. Не так давно большинство Российских компаний строительной отрасли без должного внимания относились к понятию «Бережливого производства», а советский опыт «научной организации труда» почему-то забыли [3]. Рассматривая зарубежный опыт внедрения Бережливого производства можно прийти к выводу, что систематическое внедрение в промышленность произошло 50-е годы 20 века на производственных линиях корпорации Toyota. Новатором и создателем инновационной системы управления стал японский инженер и предприниматель Тайити Оно. С течением времени инженеры из Соединенных Штатов Америки изучили систему, созданную Тайити Оно, и создали концепцию lean production – "тощее производство"[4]. Изначально система была создана для оптимизации процесса создания автомобилей, в течении продолжительного времени она не могла распространиться. но спустя еще некоторое количество времени концепция Бережливого производства стала активно применяться и в других отраслях человеческой деятельности. На сегодняшний день в России всего около 3% от общего числа компаний следуют принципам Бережливого производства, для сравнения в Японии 9 из 10 предприятий внедрились и успешно применяют принципы Бережливого производства, а в США и Европейском союзе 5-6 компаний из 10. Если в странах лидерах мировой экономики компании придерживаются принципов Бережливого производства всю вторую половину 20 века, то одной из первых российских компаний, внедрившей инструменты бережливого производства, была компания «ГАЗ». В 2002 году в компанию «ГАЗ» были приглашены зарубежные специалисты, одновременно с этим был подписан приказ о внедрении новой системы производства. Перед специалистами стояли глобальные задачи: сокращение себестоимости готовых автомобилей, повышение производительности труда, сокращение расходов и повышение зарплат сотрудников. «На экспериментальном участке удалось достичь успехов даже без особых

капиталовложений. Руководство компании признало эксперимент с внедрением Бережливого производства успешным и опыт экспериментального участка стали тиражировать на всем предприятии. Первыми видимые результаты работы и финансовые показатели «ГАЗ»: на 60% увеличилась производительность труда; на 30% рост выпуска продукции; на 50% сократилось количество брака; на 65% сократилось время прохождения по сборочной линии» [5,6]. Одним из самых ярких примеров российских предприятий в области строительства, внедрившим принципы Бережливого производства на своих предприятиях, стала Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом». В свою очередь среди предприятий Госкорпорации «Росатом» лидером по внедрению принципов Бережливого производства является Инжиниринговый дивизион не только в России, но и на зарубежных проектах. Для систематизации и разработки методик внедрения Бережливого производства была разработана и внедрена «Производственная система «Росатома». «Производственная система «Росатома» (ПСР) – это культура Бережливого производства и система непрерывного совершенствования процессов для обеспечения конкурентного преимущества на мировом уровне» [5, 7]. На Российских площадках сооружения АЭС и во всех подрядных организациях, задействованных в их сооружении, работа строится строго в соответствии с 8 ПСР-стандартами АО ИК «АСЭ» — уникальным комплексом стандартов бережливого производства, созданным впервые в мире. С 2016 года начато внедрение ПСР-стандартов на остальных зарубежных площадках. В 2015 году руководством Госкорпорации «Росатом» перед АО ИК «АСЭ» была поставлена задача по созданию на базе площадки сооружения энергоблока 2 НВ АЭС-2 образцовой ПСР-площадки. В результате проделанной работы были созданы: алгоритм внедрения ПСР во всех подрядных организациях; система сквозного обучения; система распространения и контроля исполнения ПСР-стандартов; прозрачная и четко выстроенная система визуализации хода сооружения; образцовое складское хозяйство; комфортный стройгородок и образцовая территория; эталонные участки культуры труда, производственного быта, организации и управления производством и т.д.; оптимизирована система планирования и контроля исполнения работ. В результате проделанной работы в мае 2016 года комиссия Госкорпорации «Росатом» присвоила площадке статус образцовой. Генеральным директором Госкорпорации «Росатом» было принято решение о распространении опыта НВ АЭС-2 на все строительные объекты отрасли [6, 8]. Анализируя пример Инжинирингового дивизиона ГК «Росатом» можно сделать вывод, что внедрение принципов бережливого производства имеется ряд

неоспоримых достоинств: высокая культура производства, благодаря которой идет сокращение затрат; сокращение сроков производства; оптимизация расходов; высокое качество конечной продукции.

Не стоит забывать, что не все компании, пытающиеся применить принципы Бережливого производства и разработать собственные производственные системы достигают мгновенного успеха, зачастую для достижения высоких результатов и минимизации потерь требуется достаточно продолжительное время. [1]. Высокие показатели и опыт представленных выше компаний могут быть использованы при создании производственных систем и совершенствовании производственной деятельности в компаниях строительной отрасли Российской Федерации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Вумек Д.П., Джонс Д.Т.* Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании: пер. с англ. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. - 473 с.
2. *Тайити Оно.* Производственная система Тойоты: уходя от массового производства./Тайити Оно — М.: Издательство ИКСИ, 2012.- 260с.
3. *Гастев А.К.* Трудовые установки. 3-е изд. / под ред. Гастева Ю.А, Петрова Е.В. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011.344 с.
4. *Лайкер Джефффри.* Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира/ Лайкер Джефффри. — М.: «Альпина Паблишер», 2011. – 400с.
5. *Лучкина В.В.* Современное развитие и экономическая целесообразность экологического строительства в России // Экономика и предпринимательство. -2017.- № 3-1 (80-1). – С. 152-157
6. *Лучкина В.В.* Способы снижения негативного воздействия объекта строительства на окружающую среду в период его реконструкции // Научное обозрение. - №20. – 2017. – С.161-166
7. *Luchkina V.* Efficiency of design offers on realization of ecological reconstruction in construction, E3s Web of Conferences 97, Vol. 97, 01037, 2019
8. *Luchkina V.* Sustainable model for the implementation of a green building project, E3s Web Conf., Vol. 110, 01083, 2019

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Студентка магистратуры 1 года обучения 22 группы ИСА Мартыанова
А.А.*

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук И.Л. Абрамов

ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ В ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

В постоянно изменяющихся условиях внешней и внутренней среды управление строительным производством нацелено на установление и выбор факторов, позволяющих его правильно организовать и реализовать. Производственная деятельность, в свою очередь, направлена на выпуск продукции высокого качества. При этом производство требует выполнения большого количества процессов подготовительного, основного и вспомогательного характера. Подготовительные, основные и вспомогательные процессы называются технологическими процессами.

Главная задача управления производственными процессами заключается в повышении их эффективности посредством проведения анализа и своевременного принятия управленческих решений. Управление производством является неотъемлемой составляющей менеджмента строительной организации и предусматривает разработку производственных программ. Данные программы представляют собой комплексные задания по выпуску и реализации продукции (в виде зданий и сооружений различного назначения) определенного качества в натуральных и стоимостных показателях [1].

Для установления эффективности производственных программ формируется аналитическая группа, в которую входят эксперты по различным направлениям производственной деятельности. Работа экспертов направлена на анализ и интерпретацию результатов производственной деятельности. Для повышения точности информации о текущем состоянии производственных процессов и улучшения качества принимаемых управленческих решений в деятельность строительных организаций внедряются экспертные системы. Инструментарии экспертных систем (ЭС) - это программы для компьютера, оперирующие знаниями в определенной предметной области с целью выработки рекомендаций или решения поставленных задач и проблем [2].

ЭС являются программно-аппаратными комплексами, выполняющими функции экспертов в определенной области и

позволяющими моделировать производственные процессы. В состав ЭС входит база знаний, фактов и правил, механизмы логического ввода и вывода информации, формирования заключений и экспертизы на основе интеллектуальной обработки данных.

К основным компонентам ЭС относят:

- интерфейс пользователя для ведения диалога;
- базу знаний, представленную в виде хранилища;
- базу правил, которая используется для обработки поступающих в экспертную систему данных по определенному алгоритму [4].

Преимущество ЭС состоит в том, что в процессе оценки ситуации и выработки решений они позволяют осуществлять обработку неструктурированных данных по определенному алгоритму и в итоге формируют рекомендации по улучшению технологических параметров производственного процесса. Неструктурированные данные хранятся в базе знаний и отличаются сложностью систематизации и оценки.

Для расширения функциональных возможностей экспертной системы используются интеллектуальные средства ввода информации и данных, выступающие основой программного инструментария. Центральное место в экспертной системе занимает база знаний, в которой накапливаются и сохраняются знания в определенной области, информация о реализованных инвестиционно-строительных проектах. База знаний выступает интеллектуальным ядром экспертной системы, от ее объема зависит качество принимаемых управленческих решений. Экспертные системы способны накапливать знания в динамике строительного производства и обеспечивать их целостность и защиту в течение длительного периода времени. В ходе реализации производственных процессов осуществляется постоянное взаимодействие экспертной системы и руководителей, принимающих управленческие решения. Экспертной системой поддерживаются интеллектуальные алгоритмы обработки данных и определяются способы оптимизации производственных затрат, что способствует повышению оперативности принятия управленческих решений, а также создает возможность прогнозирования появления нестандартных ситуаций [3]. Экспертная система, используемая в процессе производства, состоит из блоков учета технологических параметров, их анализа, прогнозирования, контроля, регулирования и принятия управленческих решений. При этом во всех процессах обработки данных учитывается текущее и будущее состояние объекта управления. Зарегистрированные параметры с производственного участка объекта управления для проведения анализа через интерфейс направляются в блок анализа. В состав блока анализа входит программное обеспечение, позволяющее

структурировать, распределять и обрабатывать полученные сведения в режиме реального времени с помощью оперативной памяти.

Параметры технологических процессов отражают эффективность объекта управления и в процессе обработки в экспертной системе могут взаимозаменяться или дополняться. Полученные в экспертной системе результаты ускоряют процесс принятия рациональных решений и повышают эффективность управления строительным производством [4, 5].

При определении эффективности того или иного решения экспертная система рассчитывает интегральный параметр на основе методов взвешенной суммы оценок посредством установления различных корреляционных зависимостей между показателями. При помощи экспертной системы осуществляется непрерывный производственный контроль и выявляются отклонения технологических параметров от заданных пределов, что позволяет своевременно принимать соответствующие организационно-технологические решения и обеспечить качественное выполнение производственного процесса. Результаты обработки данных служат информационной основой для выработки управленческих решений и поддержки производственной системы в заданном режиме.

Внедрение в производственные процессы средств автоматизации и обработка технологических параметров с помощью экспертных систем позволяют повысить качество продукции с учетом установленных ограничений и в соответствии с утвержденной производственной программой, сократить трудозатраты, увеличить производительность труда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Агарков А.П.* Теория организации. Организация производства: Интегрированное учебное пособие для бакалавров / А.П. Агарков, Р. Голов, А.М. Голиков. - М.: Дашков и К, 2015. - 272 с.
2. *Джексон П.* Введение в экспертные системы. - М.: Изд. Вильямс, 2009. - 683 с. - ISBN: 5-8046-0196-2.
4. *Литвак Б.Г.* Экспертные технологии в управлении, М., «Дело», 2011 - 670 с. ISBN: 5-8046-0113-X.
5. *Переверзев М.П.* Организация производства на промышленных предприятиях: Учебное пособие. - М.: Инфра-М, 2018. - 416 с.
6. *Липидус А.А., Абрамов И.Л., Мартыанова А.А.* Внедрение цифровых технологий в строительную отрасль. Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы – 2019 / Сборник материалов научно-практической конференции. 2019. С. 326-330.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

Для эффективного строительства необходимо иметь четкое представление о геологических особенностях строительных площадок.

Изучение инженерно-геологических условий базируется на основе анализа геологического строения (учитывая локальный опыт и прогноз изменений), которому характерно:

- геологические разрезы, проходящие в пределах контура здания;
- данные физико - механических свойств грунта в обычной обстановке, а также прогнозирование влияния разнообразных факторов на изменения свойств грунтового массива;
- сведения о подземных водах;
- значение расчетных сопротивлений и модулей деформации грунтов, составляющих площадку под фундамент.

При отсутствии необходимых специальных знаний о грунте и его свойствах, будет трудно избежать неоправданных рисков и выбрать рациональную и устойчивую конструкцию фундамента. [1]

Грунт - это сложная, динамичная система, рассматриваемая как часть геологической среды, изучаемая в связи с инженерно - строительной деятельностью людей. Грунт по своей природе очень сложен, не однообразен и способен изменяться со временем. В составе грунта выделяют три компонента: твердый (минеральные частицы), жидкий (вода) и газообразный (воздух). Его содержание, строение, химический, биологический состав различен и зависит от глубины залегания, от температуры окружающей среды, от деятельности человека и животных организмов.

В грунте протекают сложные биологические, биохимические, физические процессы, которые необходимо учитывать при застройке. Массив грунта сложный организм, который претерпевает изменения до начала застройки, в период строительства, и при использовании построенных.

Следовательно, инженер строительной организации должен не только иметь данные о составе и свойствах грунта застраиваемой территории и предвидеть поведение грунта при ведении строительных работ и во время эксплуатации сооружений.

На первоначальном этапе работы, для прогнозирования поведения грунта, необходимо определить физико-механические характеристики грунтовых масс, которые в дальнейшем используются как показатели их свойств. Необходимо точно знать границы изменения и особенности грунта, так как от этого зависит прочность и надежность строительной конструкции.

В тоже же время нельзя оценивать площадки, которые будут использованы в качестве основы под фундамент, опираясь только на физические, механические данные грунта.

Рациональное решение таких проблем, как - выбор площадки под строительство, фундамента, условий организации профессиональной деятельности, подготовки территории важно осуществлять в соответствии нормативными документами. В стандарте ГОСТ 25100-95 прописана классификация на грунты, которая используется инженерами при проектировании и постройке объектов. В соответствии с данным стандартом необходимо определить специфичность строения, образования, расположения пластов почвенной толщи, класс, группу, подгруппу, тип, вид и разновидность составляющих ее грунтов, наличие разнообразных примесей, уровень нахождения вод, возраст и генезис почв.

Специфика строительной площадки определяется на основании инженерно-геологических изысканий. Количество и выбор методов исследований выбирают, учитывая особенность объекта (класс конструкций по безопасности), а также учитывают комплекс геологических особенностей, определяющих условия строительства.

Инженерно-геологические изыскания зависят от объекта, поэтому изыскания имеют свои специфические особенности под конкретный объект, но в тоже время они имеют общее, стандарт исследования. [2]

Для изучения пространственной непостоянности свойств грунтов применяют показатели: коэффициент пористости, коэффициент водонасыщения и показатель текучести.

Первоначальную оценку общей сжимаемости основания в пределах площади сооружения, возможно, осуществить путем анализа и сравнения модуля деформации или коэффициента относительной сжимаемости слоев по глубине и протяжению основания.

К основным техногенным причинам ухудшения свойств почв при относятся:

- разуплотнение;
- замачивание поверхностными и подземными водами;

- промораживание;
- оттаивание;
- разжижение грунтов при выходе (прорыве);
- суффозионный вынос частиц в неоднородных песчаных грунтах;
- динамическое воздействие строительных машин и механизмов;
- статическая нагрузка от веса строящихся сооружений и т. д. [3]

Во время эксплуатации сооружений и при освоении прилегающей территории, меняются геологические условия. На грунты оснований воздействуют местные утечки воды, динамические нагрузки от различных механизмов, вибрация от транспорта, а также дополнительные нагрузки от строящихся вблизи сооружений и веса насыпаемых или намываемых грунтов при поднятии прилегающей территории [4, 5].

Деформации могут возникнуть в любой период жизни сооружения, в том числе и прошествии многих десятков лет. Вместе с тем появление деформаций сооружений вследствие техногенных воздействий подчиняется определенным законам, обуславливающим наиболее вероятное время их возникновения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Веселов, В. А.* Проектирование оснований и фундаментов: (Основы теории и примеры расчета) / В. А. Веселов. - М.: Интеграл, 2013. - 304 с.
2. *Крутов, В. И.* Фундаменты мелкого заложения / В. И. Крутов, Е. А. Сорочан, В. А. Ковалев. - М.: АСВ, 2009. - 232 с.
3. *Полищук, А. И.* Основы проектирования и устройства фундаментов реконструируемых зданий / А. И. Полищук. - Томск: СТТ, - 2007. - 476 с.
4. *Тетиор, А. Н.* Фундаменты / А. Н. Тетиор. - М.: Академия, 2010. - 400 с.
5. *Мирсаяпов И.Т., Королева И.В.,* Прогноз длительной осадки основания высотного здания с использованием аналитических диаграмм формирования грунта // Жилищное строительство. 2016. № 12, с. 26-30

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Повышение эффективности строительного производства осуществляется путем практического внедрения инновационных технических средств. В статье рассмотрены технические решения мониторинга строительных конструкций с использованием малогабаритных дронов - беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), изучены преимущества и недостатки данной технологии, а также проблемные аспекты применения БПЛА в строительном-монтажных работах. Внедрение инновационных технологий в строительное производство зачастую приводит к минимизации трудозатрат, экономии ресурсов и сокращению продолжительности строительства [1]. Многие строительные организации проявляют интерес к технологии использования дронов. Дроны — это беспилотные летательные аппараты, управляемые вручную через пульт дистанционного управления под контролем оператора в реальном времени, запрограммированные с помощью интегрированных систем цифрового управления и оснащенные различными датчиками, GPS [2]. В связи с большими потребностями в трудовых ресурсах производство строительной продукции остро нуждается в применении дронов и робототехники. Однако внедрение данной технологии требует привлечения специалистов высокого квалификационного уровня, что в свою очередь подразумевает под собой создание учебных программных комплексов для повышения квалификации работников, а также учета российской специфики. Тем не менее дроны имеют производственный потенциал, позволяющий в краткосрочной перспективе окупить вложенные средства и компенсировать соответствующие издержки. Исследования, посвященные данному направлению, являются актуальными и перспективными [2-3].

В результате анализа работ [1-5] были выявлены преимущества и недостатки использования дронов в строительной индустрии. Дроны управляются дистанционно и имеют ряд преимуществ в решении различных задач за счет возможности передачи видео и фото в реальном времени с размещенной на дроне камеры, в том числе из труднодоступных мест [3]. Во время производства и после окончания строительном-монтажных работ осуществляют проверку качества производимой продукции. Брак и дефекты могут быть оперативно обнаружены в процессе фотограмметрической обработки

аэрофотоснимков, полученных с БПЛА, с помощью применения интегрированных технологий BIM, UAS и облачных данных в режиме реального времени. Полученные визуальные данные (фотографии и видео) могут быть импортированы в программное обеспечение с целью создания трехмерных моделей [3]. Данные трехмерные модели позволяют объективно оценить качество производимых строительных элементов, конструкций и изделий. Встроенные модели облака точек для сравнения могут быть наложены на утвержденные проектные модели BIM [3-4]. Путем сравнительного анализа система способна обнаруживать отклонения и в увязке с календарным графиком прогнозировать выполнение строительных процессов с учетом времени, потраченного на устранение дефектов (рис.1). Традиционные методы не всегда позволяют своевременно выявить проблему на ранних этапах строительства, что часто приводит к финансовым и временным потерям. Применение дронов способствует значительному снижению рисков, связанных с человеческим фактором, а также решению задачи по раннему обнаружению отклонений и дефектов, что позволяет сэкономить время и ресурсы, в том числе те, которые были бы потрачены на устранение последствий рискованных событий [4].

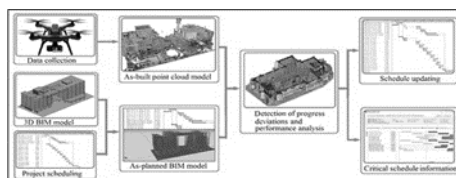


Рис. 1. Процесс обнаружения отклонений с применением дронов

С увеличением числа зданий и сооружений, требующих капитального ремонта, большое значение приобретает эффективная техническая инспекция для оценки состояний конструкций и элементов инспектируемых зданий и сооружений. Традиционные методы контроля часто связаны с большими затратами из-за необходимости использования специального оборудования и привлечения соответствующего персонала [4]. Дрону требуется только оператор на земле для управления его полетом и камерой. В частности, камера, встроенная в БПЛА, может предоставлять изображения с высоким разрешением. Это позволяет проводить оценку как микротрещин на зданиях и сооружениях, так и строительных объектов целиком, выбирая нужный масштаб изображений (рис.2). Дроны, оснащенные тепловизором, способны обнаружить просачивание воды и проблемы утечки тепла [4-5]. Использование БПЛА на опасных участках строительства уменьшает вероятность несчастных случаев, поскольку отпадает потребность в задействовании персонала для проверки

кровельных конструкций или осмотра фасадов многоэтажных зданий и высотных сооружений на наличие трещин или других отклонений.

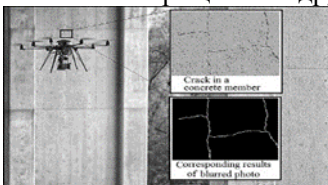


Рис. 2. Оценка состояния конструкции с применением дронов

Например, за 20 минут полета на расстоянии 70 метров от ведущего монтаж башенного крана (БК) благодаря функции приближения дрон может отснять все элементы каркаса БК [5]. Это позволяет определить техническое состояние каркаса БК без остановки производства и привлечения специального работника, исключает риск несчастных случаев и минимизирует потерю производственного времени.

Заключение. Рассмотренная инновационная технология пока не получила широкого применения в строительстве, несмотря на очевидные достоинства. Строительное производство представляет собой медленный и очень дорогой процесс. Представляется, что применение инновационных технологий в ряде случаев позволит оптимизировать выполнение строительно-монтажных работ и повысить качество выпускаемой строительной продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Абрамов И. Л., Соломатина М. И.* Проблемы внедрения инновационных технологий в строительное производство // Сборник научных трудов, 2019. №3. С. 25-27.
2. *Аветисян Р.Т., Билонда Трегубова Е., Казарян Р.Р.* Перспективы развития автоматизированного контроля строительной площадки на основе данных с дронов // Строительное производство, 2019.
3. *Ушенин Д.В.* Инновации как фактор, повышающий эффективность функционирования строительного производства // Дни студенческой науки. 2019. С. 1305-1307.
4. *Юлдашев Х. О.* Применение BIM-технологии в строительном производстве // Дни студенческой науки. 2019. С. 1302-1304.
5. *Герасимов Р. А.* Применение инноваций для повышения технологичности производства // Дни студенческой науки. 2019. С. 1308-1310.

ТЕХНОЛОГИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНО-НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ

Горизонтальное направленное бурение - многоэтапная технология прокладки подземных инженерных коммуникаций бестраншейным способом с использованием специальных мобильных буровых механизмов.

Выполнение работ по технологии ГНБ применяется при решении следующих задач:

- Строительство инженерных сетей различного назначения (электроснабжение, газоснабжение, теплоснабжение, водопровод, канализация);
- Формирование скважин для добычи нефти и других полезных ископаемых;
- Перекладка коммуникаций, требующих капитального ремонта;
- Устройство магистральных трубопроводов.

Технология ГНБ актуальна и востребована в настоящее время, поскольку обладает рядом преимуществ по сравнению с прокладкой сетей открытым способом (в траншее):

- При использовании метода ГНБ не разрушаются проложенные ранее коммуникации, существующие покрытия автомобильных и железных дорог, а также полностью сохраняется вся наземная инфраструктура, под которой выполняются проколы. В связи с этим (в большинстве случаев) значительно сокращаются расходы на прокладку коммуникаций;
- Сокращаются расходы на сотрудников рабочих специальностей. Для выполнения работ достаточно небольшой, но хорошо обученной бригады. Как правило, численность бригады составляет 3-5 человек;
- Оборудование для бурения мобильно и автономно, в связи с чем минимизируются расходы на электроэнергию;
- Метод ГНБ дает возможность значительно сократить срок и себестоимость выполнения работ [1].

Горизонтальное бурение – термин, включающий в себя несколько отличных друг от друга способов бестраншейной прокладки инженерных коммуникаций. Способ прокладки выбирается на этапе проектирования.

Существует несколько видов горизонтального бурения: прессово-шнековое бурение (метод продавливания) и горизонтально-направленное бурение (метод обратного протягивания). Каждый из них

применяется исходя из конкретной ситуации. Некоторые методы вполне заменяют друг друга, при этом не последнюю роль играет снижение расходов при прокладке трубопровода [2].

Общая технология ГНБ сводится к следующим манипуляциям:

1. Подготовительный этап. К данному этапу можно отнести работы по подготовке проектной документации, обустройству стартового и приёмного котлованов, обследованию трассы на предмет наличия существующих инженерных коммуникаций, изучению характеристик грунта с целью выбора наиболее оптимального варианта прокладываемой трассы.

2. Бурение пилотной скважины – этап работы, от которого во многом зависит конечный результат. Оно осуществляется при помощи породоразрушающего инструмента - буровой головки со скосом в передней части и встроенным излучателем.

3. Расширение скважины. Следующий важный этап, который выполняется после завершения пилотного бурения. Буровая головка отсоединяется от буровых штанг и вместо неё присоединяется риммер - расширитель обратного действия. Приложением тягового усилия с одновременным вращением риммер протягивается через створ скважины в направлении буровой установки, расширяя пилотную скважину до необходимого для протаскивания трубопровода диаметра. Диаметр скважины должен превышать диаметр трубопровода 25-30 %.

4. Затягивание трубопровода или футляра для кабеля в скважину.

5. Завершающий этап. После выполнения строительно-монтажных работ заказчику передается полный комплект исполнительной документации. В исполнительной документации в обязательном порядке указывается фактическое положение уложенного трубопровода в различных плоскостях. Также обязательным условием является указание привязок к ориентирам местности. Кроме того, для подтверждения соответствия выполненных работ проектной документации прикладываются паспорта на материалы, использованные при производстве строительно-монтажных работ [3, 4].

Для того, чтобы проложить рабочую трубу определенной длины методом прессово-шнекового бурения, необходимо из рабочего котлована пробурить до приемного котлована пилотную скважину той же длины, затем продавить в неё рабочую трубу. При прокладке методом ГНБ (где нет рабочего и приемного котлованов) длина скважины увеличивается за счет участков технологического хода (расстояние от поверхности земли до проектной отметки начала рабочей трубы и от конца трубы до выхода на поверхность земли).

До отмены прямых расценок в ФЕР-2014 на ГНБ объем работ (по ФЕР-2009) по бестраншейной прокладке определялся с учетом

технологического хода (п. 2.34.6: «При устройстве переходов с помощью установок ГНБ длину перехода следует определять в соответствии с траекторией движения бура по количеству буровых штанг»), т.е. полной длины скважины от входа в землю до выхода из земли [5]. Расстояние технологического хода в основном зависит от глубины заложения трубопровода и подтверждается протоколом проколов.

Вывод: Следует отметить, что не всегда применение технологии горизонтально-направленного бурения можно считать целесообразным. Например, если необходимо проложить трубы на небольшой глубине (менее 1,5 м) в местности, где отсутствуют какие-либо сооружения, выгоднее использовать траншейный способ. Обращение с буровыми установками ГНБ требует четкого соблюдения технологии, нормативов и инструкций, а также привлечения высококвалифицированных специалистов. Несмотря на указанные особенности, технология горизонтально-направленного бурения активно применяется во всем мире, популярность ее с каждым годом только возрастает. Это объясняется большим количеством преимуществ технологии (сжатые сроки выполнения работ, экономия трудовых и материальных ресурсов и т.д.) и возможностью ее применения при прокладке любых коммуникаций. Кроме того, ГНБ является единственным способом проведения коммуникаций в городской черте или особо охраняемых природных зонах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Демиденко А.И., Летопольский А.Б., Ушацкая Ю.А. «Особенности метода ГНБ» [Электронный ресурс] (дата обращения 12.02.2020).
2. Общедоступная интернет энциклопедия Википедия. [Электронный ресурс] (дата обращения 12.02.2020).
3. Орлов В.А., Пелипенко А.А. Скандинавский опыт. Внедрение модифицированной технологии горизонтально направленного бурения // Техника и технологии мира. 2016. № 3-4. С. 44-47
4. Морозова Ю.А. Бестраншейная прокладка трубопроводов технологией горизонтального направленного бурения. // Инновационная наука. 2018. № 11. С. 34-37
5. Романова Т.Н., Стуков В.В. Совершенствование технологии горизонтально направленного бурения для реконструкции систем газораспределения // Естественные и технические науки. 2018. № 10 (124). С. 106-109.

СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ГРУНТА ПОД ПЛИТАМИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДА СТРОИТЕЛЬСТВА СВЕРХУ-ВНИЗ

Операция раскопки является первой операцией при строительстве любого проекта, и если эта операция откладывается будет отложена реализация всего проекта, поэтому необходимо было найти метод, который позволил бы удалить эту операцию из критического пути и сократить продолжительность строительства проекта за счет того, что работы проводятся одновременно под землей и над землей.

Метод строительства сверху вниз, это обратный методу строительства снизу вверх, при котором подземные элементы строятся сверху донизу одновременно с земляными работами и с надземной конструкцией. При использовании этого метода возникает большая проблема с оборудованием, используемым для переработки грунта под плитами и рядом с колоннами, несущими конструкцию. Из-за сложных условий работ под плитами использование неподходящего оборудования может привести к катастрофе, представленной значительным материальным ущербом или человеческим ущербом.

Способы раскопки под плитами:

Международный опыт реализации этой операции обобщается двумя способами, каждый из которых используется соответственно размеру проектной площадки.

На небольших проектных площадках, раскопки осуществляется с помощью небольшого отверстия в плитах, что позволяет выполнять работу с помощью бригады, в которую входят Грейфер, Мини-погрузчики и мини экскаваторы с гидромолотом.

На больших проектных площадках, раскопки осуществляется путем реализации боковой траншеи для экскаваторов, что позволяет выполнять работу с помощью бригады, в которую входят экскаваторы и погрузчики.

Гидромеханический метод переработки грунта:

Гидромеханизация, один из самых эффективных способов комплексной механизации земляных работ, позволяющий объединить в единый производственный процесс разработку грунта, транспортировку в виде полужидкой массы и затем ее укладку[1,2]. Следует отметить, что характеристики почвы и ее

тип являются ключевым фактором, определяющим возможность использования этого метода и его эффективность. Чем меньше сцепление почвы, тем больше глубина проникновения струи воды и тем больше масса выкопанного грунта [3], но применение этого метода целесообразно, при наличии достаточных ресурсов воды и электроэнергии [2] или когда доступна быстрая система фильтрации пульпы.

Определение производительности гидромонитора по формуле 1 [4]:

$$Q = \frac{w q k_3}{\pi_{CM} k_B t} \quad (1)$$

W- объем работ м³; q- удельный расход воды в соответствии с типом Грунта. м³ Вода / м³ Грунта ; псм- число рабочих смен в сутки; t- продолжительность смены, ч; кз- коэффициент запаса воды (кз = 1,1); Кв- коэффициент использования комплекса во времени.

Определение параметров забоя (рис.1) по формулам 2, 3 [5]:

$$L_{min} = \alpha H_{забой} \quad (2)$$

$$L_{max} = (0.2 \dots 0.35) H_{раб} \quad (3)$$

L_{min}- минимальное расстояние до забоя; α коэффициент приближения к откосу, зависящий от типа грунта; H_{забой} высота забоя; L_{max}- максимальное расстояние до забоя; H_{раб} рабочее давление струи воды.

$$W_3 = L_{max} - L_{min} ; B_3 = 2 * (L_{max} - L_{min}) \quad (4)$$

W₃- шаг гидромонитора в забое; B₃- ширина забоя.

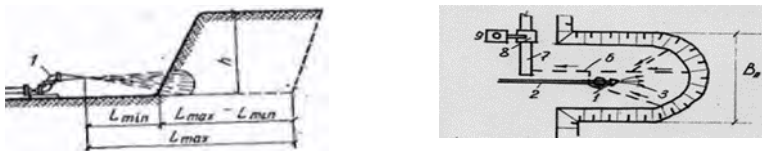


Рис. 1 Параметры забоя

Выводы: Использование метода гидромеханизации может привести к:

- Снижению фактора риска, возникающего при использовании оборудования вблизи конструктивных элементов.
- Повышению безопасности работы бригад, при использовании дистанционно управляемого гидромонитора

- Сокращению продолжительности работ по устройству земляных работ
- Высокой эффективности при использовании горячей воды в случае мерзлого грунта.

Но в то же время может привести к:

- Увеличению затрат при производстве работ с использованием гидромеханического метода из-за необходимости установки насосов и земленасосов.
- Увеличению сложности организации работ, из-за выполнения фильтрации пульпы и способов избавления от нее.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *М.Н. Ершов, А.А. Ландус, В.И. Теличенко*, Технологические процессы в строительстве //Книга 2: технологические процессы переработки грунта// С.84
2. *A.A. Dabbagh, A.S.Gonzalez, A.S.Pena* , soil erosion by a continuous water jet, soil and foundations//Vol.42, No.5, October 2002.
3. *Шаленный В.Т.* Развитие технологии подземного многоэтажного каркасного строительства по методу «Сверху-вниз» со сталебетонными сваями колоннами усовершенствованной конструкции // Строительство и техногенная безопасность. 2018. № 12 (64). С. 57-62.
4. *Ткаченко А.Н., Жданова Д.Г.* Технология устройства многоэтажных монолитных подземных зданий // Строительство и недвижимость. 2019. № 1 (4). С. 86-90.
5. *Ильичев В.А., Никифорова Н.С., Коннов А.В., Иртуганова В.Р.* Мониторинг строительства многофункционального жилого комплекса с подземной автостоянкой // Жилищное строительство. 2016. № 6. С. 29-32.

Студент 3 курса 6 группы института ИСА Хорошилов П.Ю.

Студент 3 курса 6 группы института ИСА Чарказия И.А.

Научный руководитель – ст. преп. Т.Х. Бидов

ХИМИЧЕСКОЕ ЗАКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ ОСОБЕННОСТИ, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Наша страна славится богатым разнообразием почв и грунтов [1]. Естественные грунты наиболее интересны с точки зрения строительной отрасли, так как являются основным, а чаще всего и единственным вариантом основания под будущие здания или сооружения. К сожалению, многие из них обладают малой несущей способностью, большим коэффициентом фильтрации, эффектом ползучести и другими неблагоприятными характеристиками для строительства. Одним из поводов изучения данной тематики является трагедия, случившаяся 4 декабря 1999 г. в Зернограде Ростовской области, где произошло обрушение части четырехэтажного здания. Причиной инцидента стало подмывание фундамента здания грунтовыми водами. Именно поэтому мы решили привлечь внимание к данной проблеме.

Наше исследование направлено на решение практических проблем по обоснованию выбора того или иного способа химического закрепления грунтов. Для того чтобы разобраться в данной проблеме рассмотрим определение химического закрепления грунтов [2]. В широком смысле слова означает искусственное целенаправленное преобразование строительных свойств естественных грунтов их химической обработкой различными реагентами, основанной на реакциях взаимодействия реагентов между собой или с участием химически активной части грунтов. Существует два вида закрепления грунтов: поверхностное и глубинное. В данной статье мы будем рассматривать глубинные методы, поскольку они являются наиболее распространенными и могут выполнять большее количество функций. К глубинным методам относятся: цементация, битумизация, смолизация, силикатизация. Перед тем как мы осветим вышеперечисленные способы, выделим основные проблемы: 1) Область применения. 2) Контроль качества работ.

В основе химзакрепления грунтов лежит реакция поликонденсации, при которой реагируют два вещества [3]. Первое это крепитель (неорганическое или органическое вещество), а второе представлено отвердителем. В ходе данной реакции происходит образование нерастворимых веществ, которые заполняют поры, трещины и пустоты в грунте, происходит образование новых связей, что прямым образом влияет на физико-механические свойства основания. В зависимости от способа закрепления, существует двухрастворный и однорастворный

способы. Первый подразумевает собой нагнетание пневмонасосами под давлением в грунт сначала крепителя, после отвердителя. Второй же представлен нагнетанием готового раствора, где смешаны оба эти компонента. Важно понимать, что грунты, пропитанные нефтепродуктами или водонасыщенные грунты с коэффициентом фильтрации больше 5 м/сут не подлежат химическому закреплению.

Цементация - данный метод подразумевает собой инъецирование цементных растворов (цементно-песчаные, цементно-глинистые) в результате чего получается грунтобетон [4]. Прочность такого продукта имеет большой диапазон, как правило, наибольшая прочность достигается в песчаных и гравелистых грунтах, наименьшая в глинистых.

Битумизация - этот способ основан на нагнетании в грунт различных марок битума. Может быть представлен как в виде горячей битумизации, так и холодной. При горячей идёт циклическое нагнетание полимерного материала, где в перерывах идёт остывание битума. При холодном способе используется тонкодисперсная эмульсия, заполняющая поры и трещины грунта. Обладает коррозионной стойкостью к неорганическим кислотам, а также достаточной водопроницаемостью. Используется в качестве заполнителя особо тонких трещин скальных грунтов и для уплотнения песчаных.

Смолизация - по технологии производства метод аналогичен битумизации, используется для закрепления мелких песков с коэффициентом фильтрации 0,5...5 м/сут путем нагнетания карбамидной смолы и соляной кислотой.

Силикатизация - закрепление грунтов, при котором в качестве крепителя применяются силикаты натрия, называется силикатизацией [5]. Основным химизмом данного способа заключается в поликонденсации кремниевой кислоты, которая является довольно стойкой к агрессивным средам. Она легко полимеризуется, что способствует образованию коллоидного раствора – гель (силикагель). Качество такого геля зависит от примесей, которые находятся в реагентах. Особенностью применения данного способа является, использование его в песчаных грунтах различного гранулометрического состава (коэффициент фильтрации может варьироваться от 5 до 80 м/сут), а также в просадочных лессовых грунтах с коэффициентом фильтрации не менее 0,2 м/сут.

Контроль качества работ. Работы по контролю качества получаемого продукта, должны быть прописаны и предусмотрены в РД и ППР. Контроль обязательно должен включать в себя: [6] 1) Бурение контрольных скважины, количество которых должно быть не менее 3-5% от общего числа скважин и не менее 1 на 1 тыс м³ закрепляемого грунта, но не менее 2 на объект. 2) Испытание проб грунта из

контрольных скважин 3) Исследование закрепленного массива грунта статическим или динамическим зондированием. 4) Все материалы и оборудование, должны соответствовать принятым нормативным актам, а методики и работы выполняться в соответствии с ними.

Заключение. Выбор способов химического закрепления грунта достаточно велик. В каждом способе мы постарались отразить основные особенности, но многие аспекты остались не освещены. Это требует дальнейшего исследования в этом направлении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пособие по химическому закреплению грунтов инъекцией в промышленном и гражданском строительстве (к СНиП 3.02.01 - 83)/НИИОСП им. Герсеванова. — М.:Стройиздат, 1986.— 128 с.
2. *Бидов Т.Х., Аветисян Р.Т.* Разработка организационно-технологической модели потенциала устройства временного крепления стенок выемок при производстве работ нулевого // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2019. № 12. С. 427-431.
3. СП 45.13330.2017 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 (с Изменением № 1)
4. *Смагулова Л.К.* Химическое закрепление грунтов // Символ науки. 2017. № 6. С.28-32.
5. *Калачук Т.Г.* Химическое закрепление лессовых грунтов силикатизацией // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. 2015. № 4-2. С. 143-147.
6. *Купчикова Н.В.* Экспериментальные исследования по закреплению слабых грунтов под фундаментами физико-химическими методами с применением добавок-пластификаторов // Вестник гражданских инженеров. 2014. № 3 (44). С. 123-132.

ОРГАНИЗАЦИОННО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В СТЕСНЕННЫХ ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

Статья направлена на осуществление выбора организационно-технологических решений строительного процесса в стесненных городских условиях. Для осуществления цели выполним анализ факторов и параметров стесненности строительного производства.

В настоящее время имеется множество факторов, оказывающих влияние на осуществление процесса строительства. Одним из наиболее значимых и актуальных на сегодняшний день является фактор плотной городской застройки, который приводит к появлению следующих неблагоприятных обстоятельств:

- ограниченность рабочей зоны;
- неудобства в транспортировании, хранении и подачи оборудования, строительных материалов и конструкций;
- снижение общих показателей производительности труда и работ;
- увеличение сроков строительства;
- увеличение показателей применения ручного труда и показателей трудозатрат;
- удорожание строительства.

Выделим следующие виды фактора стесненности (рис.1).



Рис. 1. Виды стесненности городской застройки

Внешняя стесненность характеризуется ограничением границ рабочей зоны транспортных средств и проездов [1]. Также сюда относят интенсивность движения в районе застройки, наличие близ расположенных жилых домов и зданий, которые приводят к соблюдению их благоприятной среде жизнедеятельности на период осуществления строительных процессов.

Внутренняя стесненность имеет место быть внутри возводимого объекта. Внутренняя стесненность характеризуется наличием:

- вместимости строительных машин в пределах рабочей зоны и осуществление проездов внутри объекта;
- прокладных подземных коммуникации;

- возможности складирования;
- процесса усиления существующих и устройству новых фундаментов.

Возводимые здания и сооружения в условиях стесненности относят к категории сложных объектов, строительство которых должно строго соответствовать разработанному проекту производства работ (ППР) [2]. При формировании ППР важно учитывать технические показатели возводимого объекта, расположенных близ. При разработке ППР важно учесть и тщательно детализировать ОТР в условиях стесненности.

Фактор стесненности приводит к ограничению зоны обслуживания крана, вследствие которого происходит уменьшение параметров поворота стрелы, подъема и спуска крюковой подвески (рис.2).

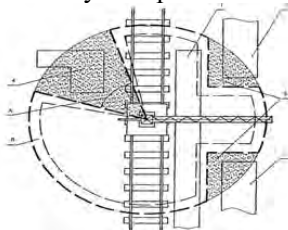


Рис. 2. Зона работы башенного крана.

На данном рисунке показана область работы башенного крана в условиях стесненности: 1- зона действия крана, 2- жилой дом, 3-детский сад; 4- школа; А- область ограничения поворота стрелы; Б- область вылета крюковой подвески и высоты подъема груза. Пунктирной и утолщенной пунктирной линиями показана область работы крана и предупреждения – В.

Расположение административно-бытовых, санитарных, открытых и закрытых складских, мастерских и др. помещений возможно за пределами зон осуществления строительства, так же, как и необходимых оборудовании, конструкций, машин и механизмов [3]. Применение малогабаритных строительных машин, обладающих высокой маневренностью и соответствующему нормативному уровню шума.

По причине стесненности временные инженерные коммуникации прокладывают в траншеях, либо поднимают на опорах на определенную высоту, которая обеспечит свободный проезд транспортных, разгрузочных машин и монтажных кранов [2, 3].

Территорию строительства требуется оборудовать освещением и указателями опасных участков, пунктами очистки и мойки колес автотранспорта с отводом воды в ливневую канализацию и др. [4]

Осуществление постоянного контроля на содержание вредных веществ в воздухе и предельных величин вибрации и шума.

В случае зимних условий важно организовать защиту строительной площадки от снежных заносов, оврагообразование и зимнего пучения грунтов, а в весенне-летние сезоны от наводнений и просядок [2,4,5].

Постоянное ведение мониторинга всех основных, значительных данных является неотъемлемой частью строительства в условиях стесненности. Непрерывный контроль существующих, строящихся строений и подземного пространства. Постоянный мониторинг за состоянием конструкций, их усиление, в случае минимальных технических показателей, включающий и укрепление грунтов оснований.

В заключении отметим важность выбора, принятия и учета всех организационно - технологических решений при формировании ППР в условиях стесненности строительной площадки. Осуществление строительно-монтажных работ в строгом соблюдении нормативных документов и организационно - технологической документации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Витенко М.А., Алексеева К.И.* Вопросы строительства объектов в стесненных условиях городской застройки // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. 2019. Т. 1. № 1. С. 36-39.
2. *Горячев О.М.* Организационно-технологическая подготовка строительства многоэтажных зданий в стесненных условиях [Электронный ресурс]: дис. канд. техн. наук: 05.02.22 М.: РГБ, 2003 (Из фондов Российской Государственной Библиотеки).
3. *Погодин Д.А., Козлов В.А.* О проблемах реконструкции жилых зданий в стесненных условиях // Эффективные строительные конструкции: теория и практика: сборник статей XIV Межд. науч.-техн. конф. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2014. – С. 105 – 108.
4. *Коптилова А. С.* Особенности строительства в условиях плотной городской застройки // Молодой ученый. — 2017. — №49. — С. 59-61. — URL <https://moluch.ru/archive/183/46924/> (дата обращения: 25.02.2020).
5. *Горячев О.М., Бунькин И.Ф., Прыкина Л.В.* Организационно-технологические основы возведения жилых зданий в стесненных условиях // Механизация строительства. 2004. № 1. С. 6-7.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ КРАНА ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СТЕСНЕННОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Условия, приводящие к наиболее худшей работе машин и механизмов, повышения их неудобства использования и снижение производительности труда, так же создающие неудобства транспортирования, хранения и подачи строительных конструкций и материалов, называются стесненными условиями строительства.

Стесненная застройка предполагает ряд проблем, таких как:

- ограниченные территории для площадок складирования;
- ограничение пространства для размещения разворотных площадок;
- ограничения работы башенного крана;
- ограничения в использовании различных машин и механизмов из-за малой невозможности их размещения;
- ограничение территорий для размещения бытового городка;
- ограничение в подъездных путях и т.д.

Некоторые из проблем можно решить путем аренды дополнительных территорий и помещений в здании расположенных в близи строительства, но, к сожалению, это не всегда удается и приходится искать альтернативы [1].

Одной из главных строительных техник, участвующих в возведении ЗиС является башенный кран. Основной задачей проектировщика является ограничение опасной зоны работы крана или её уменьшение.

К способам ограничения рабочей зоны крана относятся:

- ограничение вылета стрелы;
- ограничение перемещения крана;
- ограничение высоты подъема груза [2].

В целях повышения безопасности при эксплуатации крана в стесненных условиях был разработан ряд систем, автоматически ограничивающих зону эксплуатации крана в заданных горизонтальных и вертикальных пределах. Если механизм находится в опасной близости от существующей границы запрета, эти системы подают предупредительные сигналы. Если крановщик не принимает необходимых мер, они автоматически блокируют соответствующие механизмы крана. Предлагаемые решения уменьшения опасной зоны заключаются в следующем:

- оборудовать стрелу крана специальными средствами ограничения зоны действия крана;
- скорость вращения стрелы крана в сторону границы рабочей зоны должна быть ограничена до минимума, когда расстояние от перевозимого груза до границы зоны составляет менее 7 м.;
- перемещение груза в зонах, расположенных на расстоянии менее 7 м от границы опасных зон, должно осуществляться с применением предохранительных или предохранительных устройств [3].

Данные пути решения предположительно помогут нам на 5% уменьшить опасную зону крана, выходящую за граница ГПЗУ, снизить проектную стоимость объекта, в 2-3 раза сократить продолжительность строительства и обеспечить безопасное возведение объекта [4].

Рассмотрим несколько ограничителей зоны действия крана. Первый – это концевой выключатель, когда кран подходит до ограничения пути, то срабатывает выключатель путевой линейки и происходит автоматическое отключение двигателя. Второй, пересекается с первым, то есть они срабатывают одновременно. Для снижения остаточной скорости крана, в случае если у крана откажут тормоза или не сработает датчики, то на конец рельсов устанавливают тупиковые упоры, которые не дают крану сойти с путей. Третий способ ограничения зоны действия крана – это ограничить вылет стрелы крана, служат они для отключения работы крана, если он вышел за свои максимальные или минимальные границы, где не способен справиться с монтажом крупногабаритных грузов. Четвертый способ – Ограничитель высоты подъема крюка. Служит для автоматического отключения подъема груза, если кран подходит к верхнему крайнему положению. Пятый способ – ограничитель поворота. Вращающаяся часть крюка ограничивают в количестве поворотов, то есть в одну сторону кран не более двух раз может повернуться. Это делают с целью избежать обрыв токоведущих проводов. Так же устанавливаются данные ограничители на разных кранах, если их фронт работ пересекаются. Шестой способ – установка анемометра. Данный прибор предназначен для определения скорости ветра. Это очень важный прибор в работе крана, так как существует ограничения по монтажу элементов, то есть скорость ветра в среднем не должна превышать 15 м/с, если скорость ветра намного выше, то монтаж прекращается, так как груз начнет таскать и раскачивать из стороны в сторону, что может привести к его падению. Все вышеперечисленные приспособления служат для более безопасной работы крана и его монтажа крупногабаритных элементов.

В результате использования всех вышеперечисленных мер, груз не должен выходить за зону, выделенную ранее. Так же все эти меры

помогают предотвратить падение груза и в пределах установленной опасной зоны и улучшить безопасность работы башенных кранов.

Что бы предупредить об опасности на стройплощадке и за её пределами, если опасная зона выходит за границу ГПЗУ, в ППР угол, ограничивающий поворот стрелы обозначается в градусах и координатах. Вдоль данного угла устанавливаются запрещающие и предупреждающие знаки, основная цель которых, обезопасить строительно-монтажные работы. Так же они служат ориентиром для крановщика. За один метр до предупреждающего знака крановщик обязан снизить скорость перемещения груза. Установка знаков рассчитывается с учетом угла обзора крановщика. Что бы их лучше было видно их устанавливают на определенных стойках, если нету такой возможности, то их подвешивают на канате.

По мимо вышеперечисленных мер необходимо соблюдать технику безопасности при монтаже строительных элементов. Все правила по использованию машин и механизмов на строительной площадке, а также техника безопасности прописывается в ПОС, ППР и технологических картах [5, 6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Шкрабак Р.В., Степаненко А.А., Худяев О.В., Шкрабак В.С.* Анализ проблем безопасности использования грузоподъемных машин в АПК// Вестник аграрной науки Дона – 2019. №3. С. 95-96.
2. *Голдобин Л.А., Деменков П.А., Трушко О.В.* Обеспечение безопасности строительно-монтажных работ при возведении зданий и сооружений// Записки Горного института – 2019. С. 583-595.
3. *Стрельцов В.В., Чирва Д.В.* Основные принципы работы техники безопасности при работе с грузоподъемными механизмами// Инженерный вестник Дона – 2018. №3. С. 187-195.
4. СП 48.13330.2011 «Организация строительства»
5. *Вильман Ю.А., Кужин М.Ф.* Мероприятия по ограничению опасных зон на строительной площадке // Научное обозрение. 2015. № 17. С. 341-344
6. *Волков А.А., Тускаева З.Р., Фардзинов Г.Г.* Рациональные решения по размещению монтажных механизмов на строительной площадке// В сборнике: Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы - 2019 Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 104-108.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЧИСЛЕННОГО И КВАЛИФИКАЦИОННОГО СОСТАВА КОМПЛЕКСНОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ БРИГАДЫ

Введение. Бригада является основной формой организации труда в строительстве. При необходимости внутри бригады формируются специализированные звенья. Бригада представляет собой коллектив работников разной квалификации, одной или нескольких специальностей, объединенных с целью реализации комплекса технологических процессов. Выбор комплексных или специализированных строительных бригад осуществляется на этапе планирования с учетом специфичности строительно-монтажных работ. Стоит отметить, что важной задачей организации строительного производства является определение численного и квалификационного состава строительных бригад.

Материалы и методы. В настоящей статье рассмотрен пример методики расчета численного и квалификационного состава комплексной строительной бригады.

Результаты исследования. В современных рыночных условиях не составляет труда найти строительную организацию, имеющую необходимый состав рабочих с определенным уровнем квалификации [1]. Такое положение позволяет максимально быстро и эффективно варьировать бригадный состав (численно и квалификационно) с целью снижения или полного исключения простоев звеньев и сокращения продолжительности работ. Решающее значение в организации строительных работ имеет расчет численного и квалификационного состава строительной бригады, он позволяет упростить выполнение технологических процессов. При расчете необходимо руководствоваться следующими принципами:

- рациональное распределение трудовых ресурсов, направленное на достижение высоких показателей качества технологических процессов;
- насыщенность фронта работ;
- обеспечение непрерывной, равномерной и полной загрузки рабочих;
- повышение выработки;
- совмещение профессий или осуществляемых работниками функций на основе данных о численном и квалификационном составе

бригады с учетом технологической зависимости процессов, выполняемых по совмещаемым профессиям (функциям).

От квалификационного состава строительной бригады зависит эффективность труда и качество выпускаемой продукции [2, 3].

В зависимости от выбранной формы разделения и кооперации труда, профессионального состава рабочих принято выделять два вида строительных бригад: специализированные и комплексные.

Специализированная строительная бригада состоит из рабочих одной и той же либо смежных профессий, выполняющих однородные технологические процессы.

Комплексная строительная бригада комплектуется из рабочих различных профессий для выполнения комплекса технологически разнородных, но взаимосвязанных работ, охватывающих весь цикл работ по возведению здания (сооружения) [4].

Комплексная строительная бригада является наиболее распространенной формой организации труда в строительстве.

Формирование численного и квалификационного состава комплексной строительной бригады производится в определенной последовательности:

1. Расчет затрат труда;
2. Расчет нормативной продолжительности строительства;
3. Определение нормативных затрат труда;
4. Определение численного состава строительной бригады по квалификации и разрядам рабочих;
5. Окончательное формирование структуры строительной бригады с учетом рационального совмещения квалификации рабочей силы;
6. Контроль точности расчета.

Численный состав бригады $Ч_б$ определяют по формуле 1 [5, 6]:

$$Ч_б = \frac{Q_б}{TK_б t_{см}} \quad (1)$$

где $Q_б$ - трудозатраты всех рабочих строительномонтажной бригады, чел/ч;

T - Продолжительность выполнения строительномонтажных работ, см;

$K_б$ - планируемый показатель выполнения норм выработки рабочими бригады;

$t_{см}$ - продолжительность рабочей смены, ч.

Вывод. Рассмотренная методика помогает определить наиболее оптимальный численный и квалификационный состав комплексной строительной бригады. Это позволяет сократить сроки строительства и способствует повышению качества выпускаемой продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ардзинов В.Д.* Организация и оплата труда в строительстве: [Учеб. пособие] Петербургский государственный университет путей сообщения. 2002.
2. *Абрамов И.Л., Сараева Д.С.* Планирование строительного производства с учетом рисков и неопределенности. Проектирование и строительство: сборник научных трудов. Московский государственный машиностроительный университет. 2019. С. 27-30.
3. *СТО НОСТРОЙ 2.33.14-2011* Организация строительного производства общие положения. Москва 2011.
4. *Гилязидинова Н.В., Угляница А.В., Рудковская Н.Ю., Санталова Т.Н.* Расчет численного и профессионального состава бригады // В книге: Технология строительного производства в примерах и задачах Гилязидинова Н.В., Угляница А.В., Рудковская Н.Ю., Санталова Т.Н. Кемерово, 2007. С. 112-119.
5. *Камолов К.Х., Юргайтис А.Ю.* Подбор состава бригад при формировании производственных программ строительных организаций // Строительное производство. 2019. № 2. С. 36-38.
6. *Антипова О.В.* Совершенствование методики расчета количества бригад капитального ремонта скважин (КРС) на предприятиях нефтяной промышленности // Фундаментальные исследования. 2017. № 5. С. 110-113.

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ОПАЛУБКИ

Опалубка, как временная конструкция для придания определенных параметров различных растворов, официально появилась в 1867 году. Именно в этом году француз Монье Жозеф запатентовал свою укрепленную садовую кадку, которую он получил в результате попытки создать прочные горшки для продажи и перевозки растений. Жозеф вставил в одну бочку другую - меньшего диаметра и залил промежуток между двумя этими бочками раствором, установив туда же каркас из железной проволоки. Позже, в 1886 году, купил патент Монье Гюстав Вайс – немецкий инженер. Гюстав усовершенствовал технологию Монье, впоследствии занявшую значимое место в строительстве [1].

Однако упоминание опалубочных систем дошло до нас из документов Римской Империи. В данных документах появление опалубки датируется III – началом II века до нашей эры. Римляне использовали деревянные доски в качестве съемной опалубки, а кирпичи, как и каменные блоки в качестве несъемной опалубки, для создания сводов, арок, а также куполов. Такая опалубка была использована для строительства крупных зданий, таких как Пантеон.

Позже опалубка применялась и в других странах. Она совершенствовалась, становилась практичнее и удобнее в работе и уже в средние века перестала использоваться для «элитного» строительства – с ее помощью стали возводить такие постройки как: церкви, небольшие храмы, монастыри и т.д.

Таким образом, опалубка классифицируется по нескольким признакам:

1. По способу использования: опалубка делится на съемную и несъемную. (Оба вида опалубки активно используются при монолитном строительстве).
2. По назначению: опалубку можно разделить на опалубку стен, лифтовых шахт, перекрытий, фундаментов, колонн и т.д.
3. По материалу: из-за своей дешевизны, а также быстроты и легкости монтажа очень популярна деревянная опалубка, при строительстве крупных и ответственных зданий используется часто алюминиевая и стальная опалубка, также можно выделить, в качестве несъемной опалубки, пенополистирол.
4. По конструкции: на сегодняшний день можно выделить три основные опалубочные системы, а именно - рамная система, включающая в себя непосредственно каркасные щиты,

подпорки, соединения на болтах, а также детали крепежа; балочная опалубочная система, включающая в себя, естественно, сами балки, опалубочные плиты, строительные леса, крепежные элементы, подмости для бетонирования и, наконец, ригеля; туннельная или тоннельная опалубка. Она состоит из «Г» образных полусекций, которые предназначены для опалубирования и стен, и перекрытий одновременно.

Строительство, как и другие сферы деятельности человека непрерывно развивается, появляются новые материалы и технологии возведения зданий. Все это преследует одну цель – облегчение процесса строительства, уменьшение времени строительства отдельного здания или сооружения, увеличение прибыли и безопасности труда в строительстве. Производство строительных опалубочных систем также не стоит на месте, появляются новые системы опалубки, используются новые материалы и, соответственно, технологии [2].

Так, например, использование самоподъемной системы опалубки позволяет поднимать опалубку без использования крана, большого количества рабочих и экономии в материалах. Она обеспечивает четкость и безопасность производства работ. Её использовали уже для строительства высотных зданий и сооружений, в том числе и для мостов [3, 4].



Рис. 1. Самоподъемная опалубка

Использование полимерных материалов в производстве опалубки обеспечивает легкость щитов, высокие темпы производства, а также безопасность труда в строительстве, опять же для подъема и монтажа щитов пропадает необходимость использования башенного или автокрана, что обеспечивает экономическую выгоду при производстве работ. Такая опалубка универсальна, ее можно использовать, как и для опалубирования стен, так и для опалубирования колонн, перекрытий и фундаментов. [5, 6].



Рис. 2. Опалубка из полимерных материалов

Монолитное строительство, на сегодняшний день, достаточно популярно среди множества строительных компаний. Оно имеет ряд преимуществ относительно других вариантов возведения зданий и сооружений. Монолитное строительство невозможно без использования различных опалубочных систем, а значит развитие технологий в производстве опалубки перспективное направление деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Bosc, J.-L.* Joseph Monier et la naissance du ciment armé, Editions du Linteau, Paris, ISBN 2-910342-20-4, 2001.
2. *Баринова Т.А., Сидеропуло Г.Р.* Современные опалубочные системы // В сборнике: Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации сборник статей XXV Международной научно-практической конференции : в 2 ч.. 2019. С. 111-115.
3. *Фаррахова Е.О., Ибрагимов Р.А., Имайкин Д.Г.* Технология возведения монолитных ограждающих конструкций зданий из пенополистиролбетона // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. № 2 (44). С. 263-272.
4. *Ганджунцев М.И., Кондратенко В.Е.* Расчет крайних стоек и оптимизация шага их расстановки для опалубки монолитных перекрытий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова . 2015. № 3. С. 10-13.
5. *Пичугина Л.О., Залатина Т.В.* Несъемная опалубка // Студенческая наука XXI века. 2016. № 1-2 (8). С. 84-86.
6. *Прохоров С.В., Чернышева Е.В.* Одноразовая опалубка для производства бетонных работ в современном строительстве // Научная дискуссия: вопросы технических наук. 2016. № 1 (31). С. 104-107.

Студент магистратуры 2 года обучения 22 группы институт ИСА

Аманов Р.Р.

Студентка 2 курса 13 группы ИСА Бабаева И.

Научный руководитель – проф., д-р. техн. наук, проф. В.О. Чулков

СРАВНЕНИЕ СИСТЕМ НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКИ

В современных строительных проектах всё большее применение находят системы бетонирования стен с использованием несъемной опалубки. Этот сравнительно новый продукт вызывает самые противоречивые мнения: от экономического бума до неприятия на основе экологических, прочностных и других качеств. Вдобавок, схем применения несъемной опалубки существует довольно много, это связано с большим разнообразием материалов используемых для её изготовления. Чтобы лучше понять, какие преимущества и недостатки имеет несъемная опалубка в монолитном строительстве, следует сравнить несколько её конструкций, которые имеют существенные различия.

Опалубка в строительстве зданий на основе железобетона ранее использовалась только как форма, в которую заливался свежий раствор для последующего его затвердевания. Аренда систем опалубливания, трудозатраты на их установку, демонтаж и перенос на следующее место монтажа предполагали до 20-25% от капиталовложений на всю конструкцию. [1, вып. 1, С. 25]. Кроме того, технология возведения форм для заливки сильно сдерживала темпы строительства, а их демонтаж приводил к повреждению застывшей смеси. В связи с этим были разработаны системы несъемной опалубки, которые выглядят в более выгодном свете по сравнению с устаревшими разборными деревянными, фанерными и металлическими конструкциями.

Системы несъемной опалубки создают дополнительную теплозвукоизоляцию, защищают бетон от агрессивного воздействия окружающей среды, значительно продляют срок службы здания, ускоряют процесс его возведения, увеличивают эксплуатационные качества строений, и даже, обладают дизайнерскими свойствами. Среди множества разрабатываемых технологий, можно выделить несколько основных направлений, по которым создают свои продукты производители. Это системы созданные на основе недорогих, лёгких, но относительно прочных материалов: щепоцементных плит, пенополистирольных плит, керамических блоков, стальных листов.

Соответственно, различные материалы позволяют изготавливать заливочные формы с заметно отличающимися свойствами, областью применения, технологией строительства. Поэтому, чтобы получить

наиболее полный обзор качеств несъёмной опалубки, следует рассмотреть системы, созданные на основе различных материалов. По этому принципу для сравнения были выбраны три продукта:

- Российская технология «ТеРем» с использованием пеностекла;
- Австрийская система «Velox» на основе щепоцементных плит;
- Отечественный продукт «ИЗОДОМ», где применяется пенополистирол.

Традиционно, хорошая опалубка должна удовлетворять следующим требованиям:

- Быть достаточно прочной, чтобы выдерживать все виды нагрузок, не разрушаясь и не деформируясь при этом;
- Иметь жёсткую конструкцию и эффективно удерживать раствор как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости;
- Стыки в опалубке должны быть герметичными для предотвращения утечек влаги из бетона;
- Чем дешевле и легче материал опалубки, тем меньше затраты на строительство в целом. [1, вып. 2, С. 37-43]

Всё это относилось так же к разборным деревянным, фанерным и металлическим системам, но с появлением полимерных и синтетических материалов добавились такие требования качества, как огнестойкость, экологическая безопасность, пригодность для транспортировки и многие другие свойства. Сравнение свойств выбранных систем опалубки представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение систем несъемной опалубки

Показатель	Система «ТеРем»	Система «Velox»	Технология «ИЗОДОМ»
1	2	3	4
Теплопроводность, Квт/м ² К	0,08 – 0,035	0,16-0,44	0,36
Звукопоглощение, Дб	56	49-52	46
Водопоглощение, %	0-5	5-8	5
Прочность на изгиб, МПа	0,4-0,6	1,8-2,9	0,7
Прочность на сжатие, МПа	0,7-4	5-50	0,45
Паропроницаемость, мг/м·ч·ПА	0-0,005	0,12	0-0,05
Токсичность и опасность для экологии	Не токсичен	уничтожение деревьев	Выделяет стирол
Гигиеничность	+	-	-
Дизайнерские свойства	+	-	-
Адгезионные свойства	высокие	высокие	низкие
1	2	3	4

Устойчивость к солнечным лучам	+	+	-
Биологическая пассивность (грибок, плесень)	+	-	+
Химическая резистентность	высокая	средняя	низкая
Скорость монтажа одной секции, часов	0,3-0,5	0,5-0,9	0,05-0,1
Высота заливки бетона, м	0,4	0,5	0,65
Стоимость, руб/м ²	18000	600-14000	915-13700
Доступность на территории РФ	+	Импортная система	+
Горючесть	Г1, С1, А1	Г1, С1, А1	Г1
Ориентировочный срок использования, лет	Свыше 100	До 100	До 80
Удельный вес, кг/м ³	85-530	720	37

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баринова Т.А., Сидеропуло Г.Р.* Современные опалубочные системы // В сборнике: Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации сборник статей XXV Международной научно-практической конференции : в 2 ч.. 2019. С. 111-115.
2. *Пичугина Л.О., Залатина Т.В.* Несъемная опалубка // Студенческая наука XXI века. 2016. № 1-2 (8). С. 84-86.
3. *Прохоров С.В., Чернышева Е.В.* Одноразовая опалубка для производства бетонных работ в современном строительстве // Научная дискуссия: вопросы технических наук. 2016. № 1 (31). С. 104-107.
4. *Фетисова М. А., Захаренко А. И.* Строительство с использованием несъёмной опалубки нового поколения из пенополистирола // Молодой учёный. — 2012. — №5. — С. 70-71. — URL <https://moluch.ru/archive/40/4735> (дата обращения: 27.01.2020)
5. *Игитханян С.К., Копылов А.А.* Несъемная опалубка из аквапанелей КНАУФ // Символ науки. 2016. № 4-3 (16). С. 75-77.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКИ ПЕРЕКРЫТИЯ

С каждым годом объем строительства индивидуального жилья возрастает. На первый квартал 2019 года доля малоэтажных зданий в России составила 52%, по отношению к общей площади вводимого жилья [1]. Из множества существующих вариантов возведения малоэтажных жилых зданий, монолитное домостроение имеет преимущества в сравнении с кирпичным, крупноблочным и крупнопанельным строительством [2]. Для индивидуального домостроения оборачиваемость опалубки не так важна, так как объемы строительства в сравнении с многоквартирными зданиями малы.

Технология несъемной опалубки позволяет одновременно строить, изолировать и отделять конструкцию. В основе лежит принцип устройства монолитных железобетонных конструкций, при котором опалубка с арматурным каркасом заполняется бетонной смесью, но после затвердевания бетона не демонтируется, а остается функциональным элементом перекрытия. По сути, опалубка – это форма для железобетонного тела, но в случае с несъемной разновидностью, это еще и утеплитель, использование которого значительно сокращает теплопотери здания [3]. А повышение энергоэффективности зданий одна из приоритетных задач современной России [4].

Наиболее распространенными материалами, используемыми в качестве несъемной опалубки, являются пенополистирол и металл. Следует отметить, что помимо вышеперечисленных материалов используются так же железобетон, армоцемент, стекломгнезит, композитные материалы, керамика, легкие и особо-легкие бетоны, фибробетон, текстиль, пиломатериалы. Для более точной оценки параметров несъемной опалубки перекрытий все решения следует распределить по трем блокам: конструкция, функция и технология. Частный застройщик, для которого строительство является не профильной сферой деятельности, первоначально обращает внимание на такие параметры, как безопасность, экологичность, цена, сроки строительства и внешний вид. Эти параметры возникают вследствие выбора решения по конструктивным, функциональным и технологическим признакам.

По конструктивному признаку несъемную опалубку перекрытий можно разделить на: балочную, блочную, панельную и листовую.

I. Конструкция балочной несъемной опалубки состоит из двух основных элементов: балок и тонкостенного профиля, занимающего пространство между ними [5]. Монтаж данной конструкции начинается с установки балок в проектное положение с опиранием на стену, либо ригель. Затем под балками устанавливается опорная система, состоящая из монтажных опор и временных опорных балок. Далее между балками начиная с крайнего ряда укладываются элементы заполнения (тонкостенный профиль) и соединяются между собой. После этого выполняется армирование и бетонные работы по устройству монолитной плиты. После каждого этапа проверяют надежность устройства конструкции. В качестве элементов заполнения (тонкостенного профиля) чаще всего используют такие материалы, как вибропрессованный бетон, прессованную древесину, пенополистирол, металл. Подобные конструкции имеют ряд преимуществ. Это удобство транспортировки и монтажа, возможность обеспечить перекрытие больших пролетов, запас прочности, позволяющий воспринимать повышенные нагрузки, а также высокие звуко- и шумоизоляционные характеристики. В то же время есть и существенный недостаток: при необходимости использования железобетонной балки значительно увеличиваются затраты на доставку и монтаж, а также появляется необходимость использования кранового оборудования [5].

II. Блочная несъемная опалубка перекрытий состоит из блок-форм, крепежных элементов и временной опорной системы. Блок-формы прямоугольного сечения соединяются между собой, образуя единое полотно. После установки временной опорной системы монтируют арматурный каркас и производят бетонные работы. В данном случае перекрытие получается плоское.

III. Конструкция панельной несъемной опалубки состоит из крупноразмерных панелей, которые укладываются по периметру стен, фиксируются крепежными элементами, системой временных балок и стоек. Далее, аналогично всем предыдущим способам, укладывается арматурный каркас и производятся работы по укладке бетонной смеси. Чаще всего в качестве крупноразмерных панелей используются такие материалы, как пенополистирол, высокопрочная пластмасса, щепоцемент, текстиль и др.

IV. Листовая несъемная опалубка представляет собой конструкцию, состоящую из листового материала, раскладка и крепление которого производится уже на заранее смонтированные опорные балки перекрытия [6]. При необходимости следующим шагом при устройстве данного вида несъемной опалубки является монтаж временной опорной системы. Далее производят арматурные и бетонные работы. Наиболее распространенным материалом опалубки является профилированный

настил, древесина и щепоцементные плиты. Для малоэтажного жилого строительства данный вид несъемной опалубки имеет некоторые недостатки – большое количество элементов временной опорной системы, а также внешний вид.

СП 414.1325800.2018 «Несъемная опалубка. Правила проектирования» не дает рекомендаций по применению несъемной опалубки перекрытий для зданий малой этажности. В нормативных документах, разработанных для опалубочных систем, о данном виде опалубки содержится мало информации и отсутствуют указания на оптимальное решение по выбору опалубки.

Использование несъемной опалубки для перекрытий малоэтажных зданий в индивидуальном строительстве является перспективным, но недооцененным способом устройства горизонтальных конструкций. Для ее более эффективного применения необходима разработка рекомендаций по выбору системы несъемной опалубки для использования при устройстве перекрытий малоэтажных зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Григорьев Л.М., Павлюшина В.А.* Динамика индивидуального строительства // Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики. 2018. Выпуск №41, С. 5.
2. *Дребезгова М.Ю., Чернышева Н.В., Глаголев Е.С., Герасимов А.В.* Анализ и перспективы развития монолитного малоэтажного строительства // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 9. С. 28-35.
3. *Астафьева Н.С., Лагута И.В.* Перспективы использования несъемной опалубки в современной России // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре – 2018. С. 378-384.
4. *Пичугина Л.О., Залатина Т.В.* Несъемная опалубка // Студенческая наука XXI века. 2016. № 1-2 (8). С. 84-86.
5. *Гайдуков П.В., Пугач Е.М.* Перспективы применения несъемной опалубки для устройства перекрытий малоэтажных зданий в стесненных условиях// Вестник Евразийской науки, 2020. №1, <https://esj.today/PDF/18SAVN120.pdf>

УСТРОЙСТВО БЕТОННОЙ ПОДГОТОВКИ ПОД МОНОЛИТНОЕ ДНИЩЕ И КОЛЬЦЕВОЙ ФУНДАМЕНТ

Строительство резервуаров занимает отдельное место в развитии всего промышленного комплекса [1]. Важным этапом этого процесса является строительство фундамента резервуара.

Организационно-технологические решения по устройству разработаны для подготовки из бетона класса В-7,5 толщиной 100 мм под монолитное днище заглубленных цилиндрических сборных железобетонных резервуаров емкостью 10000 м³ для нефти [2]. Весь объем работы по устройству бетонной подготовки под монолитное днище резервуара, целесообразно осуществлять подачей бетона автосамосвалами для жесткого бетона и для автобетоносмесителями литых смесей. Осадка конуса 16-18мм, непосредственно к месту укладки с последующей выгрузкой и разравниванием выгруженного бетона бульдозером и уплотнением виброрейкой. При односменной работе летнего периода, весь объем работ выполняется за 4 дня.

Таблица 1

Трудоемкость на весь объем	23.95 чел.-дня
Трудоемкость на 1 м ² подготовки	0,0167 чел.- дня
Выработка одного рабочего в смену	60 м ²
Bobcat погрузчик с ковшом	2,8 м/смен
Продолжительность работ	4,0 дня

До начала устройства бетонной подготовки должны быть выполнены следующие работы: закончены работы по уплотнению грунта основания; произведена разбивка осей резервуара с закреплением его центра обетонированием штыря; произведена проверка отметок грунтового основания; выполнена водоотводная канава с зумпфом; выполнена траншея под кольцевой фундамент на неполный периметр резервуара с учетом возможности заезда автотранспорта для подачи бетона; выполнено электроснабжение строительной площадки; подготовлены и установлены в зоне работы бригады инвентарь, приспособления и средства для безопасного производства работ, получены и завезены все

необходимые материалы для ведения бетонных работ, в том числе маячные рейки и штыри [3, 4]. Устройство бетонного подстилающего слоя на каждом резервуаре ведется в следующей последовательности. Основание резервуара разбивается на карты шириной до 3 м. Ширина карты ограничивается маячными направляющими рейками. Бетон непосредственно к месту укладки в дело подается автотранспортом. Выгруженный из автосамосвала бетон, погрузчик с ковшем разравнивает по карте, а бетонщик уплотняет виброрейкой. В последнюю очередь выполняется разработка грунта под оставшуюся часть кольцевого фундамента экскаватором с последующей подчисткой днища под бетонную подготовку вручную и последующим устройством бетонной подготовки. В жаркое время для защиты от пересыхания бетон поливается водой, укрывается песком или опилками. По достижении 70% проектной прочности бетона допускается дальнейшее осуществление работ по строительству резервуара. Приспособления, используемые при устройстве бетонного основания: маячные рейки из швеллера № 10; штыри Ø 12 мм = 300мм.

Устройство бетонной подготовки производится в следующей последовательности:

а) бетонщик при помощи рулетки производят разбивку днища на полосы шириной 3м. Затем на границе каждой из полосы бетонщики устанавливают подкладки под маячные рейки по отметкам, определяемым при помощи нивелира. По подкладкам устанавливаются маячные рейки, которые закрепляются при помощи штырей, забиваемых в грунт через каждые 1,5м длины маячной рейки. На подготовленную к бетонированию полосу, непосредственно к месту укладки, бетон доставляется автосамосвалом. Поднятием кузова автосамосвала бетон разгружается на грунтовое основание полосы. После выгрузки смеси бетонщик очищает кузов автосамосвала гребком. Ножом Bobcat производится разравнивание выгруженного бетона слоем, уровень которого должен быть примерно на 5см выше верха маячной рейки. При необходимости, бетонщик лопатой выравнивает поверхность. Затем бетонщики устанавливают на бетонную поверхность виброрейку так, чтобы концы ее располагались над маячной рейкой. Виброрейка работает до тех пор, пока концы ее не опустятся на маячные рейки. Бетонщики, удерживая виброрейку гибкими тросами, осуществляют плавное перемещение по маячным рейкам, до получения ровной поверхности уплотненной массы бетона. Когда при снятии маячных реек кромки бетона не разрушаются, производится снятие маячных реек [5]. Для этого бетонщик ломом удаляет штыри рейки и относит их к месту

складирования. Бетонирование подготовки необходимо вести через полосу. Устройство бетонной подготовки осуществляется по всей площадке днища, не доходя до края не отрытой на настоящий период котлована, под кольцевой фундамент на 1,5 м, которая выполняется одновременно с устройством бетонной подготовки, не отрытой половины кольцевого фундамента. Отрывку грунта котлована, под кольцевой фундамент, производится экскаватором с погрузкой в автотранспорт и вывозкой его в резерв.

б) устройство бетонной подготовки, под кольцевой фундамент, осуществляется в следующей последовательности: на каждые 10м длины котлована, под кольцевой фундамент резервуара, устанавливается приемный боек, на который выгружается бетон из кузова автомашины. Затем бетонщики инструментами укладывают бетон, с последующим разравниванием гребком и уплотнением бетона подготовки площадочным вибратором. Из всего вышесказанного следует, что изготовление фундамента для резервуаров – затратное мероприятие, нужно учитывать много факторов: материал, квалификация самих рабочих, подбор машин и соблюдение всех технологий строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Дикущина А.А.* Строительство резервуаров для нефти и нефтепродуктов // Молодой ученый. 2019. № 50 (288). С. 106-108.
2. *Жолобов А.Л., Жолобова О.А., Глюстангелов А.А.* Выбор метода подачи бетонной смеси при устройстве бетонной подготовки под малозаглубленные фундамента // В сборнике: ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НАУЧНОГО РАЗВИТИЯ Сб. статей межд. науч.-практ. конф. 2016. С. 55-58.
3. *Жолобов А.Л., Жолобова О.А.* Многокритериальный выбор способа подачи жесткой бетонной смеси к месту укладки при устройстве малозаглубленных фундамента // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2016. № 4 (18). С. 31-33.
4. *Шаматарев А.В.* Развитие строительства резервуаров с двойным днищем // Инженер-нефтяник. 2012. № 1. С. 40-42.
5. *Лукачевский Н.И.* Строительство противопожарного резервуара в городе Якутске // Молодой ученый. 2017. № 49 (183). С. 71-73.

ТЕХНОЛОГИЯ БЕТОНИРОВАНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ МЕТОДОМ ТОРКРЕТИРОВАНИЯ

Торкретирование появилось на свет в начале XX века и со своего появления является востребованной технологией. С постоянным развитием новых строительных технологий, развивается и технология торкретирования [1].

Данный метод основан на нанесении строительного раствора или бетона на поверхность под большим давлением, в результате чего образуется уплотненный слой торкрет-бетона, свойства которого значительно отличаются от обычного бетона или строительного раствора:

- обладает высокой механической прочностью, морозостойкостью и лучшим сцеплением с поверхностью строительной конструкции,
- более быстро твердеет при одинаковых условиях ухода за бетоном,
- имеет хорошее сцепление не только с вертикальными и горизонтальными поверхностями, но и с потолочными [2].

Для повышения и улучшения свойств торкрет-бетона используют арматуру, фибры и различные добавки. Благодаря этому его можно использовать в соответствии с требованиями для несущих конструкций.

Технологию бетонирования методом торкретирования можно применять практически везде, так как при производстве работ не требуется опалубка, а транспортировка оборудования не встречает затруднений в условиях стесненной городской застройки.

В начале данный метод в России применялся только для работ под землей. С помощью торкретирования облицовывали и укрепляли стенки колодцев, тоннелей и т.п. А в надземном строительстве он использовался как вспомогательная технология для восстановления конструкций бассейнов, очистных сооружений. Существующий на тот момент времени метод торкретирования получил название – «сухой метод торкретирования» [3]. Суть которого состояла в следующем: перед подачей в пневматический аппарат, заполнитель и цемент предварительно дозируются и перемешиваются, после чего полученная смесь в струе сжатого воздуха через систему шлангов под высоким давлением подается в сопловой блок, где смачивается водой, подаваемой под давлением, и в виде струи наносится на место укладки.

Первоначально при производстве работ, в технологическом плане был большой процент ручного труда. Смешивание песка и цемента

происходило вручную на месте производства работ. Оборудование для торкретирования были двухкамерные с колесной подачей и назывались «цемент-пушки». При проведении работ необходимо было контролировать подачу воды в форсунку. С ней работал специально обученный «форсунщик», обучение которого занимало достаточно много времени, так как работа с оборудованием требовала подготовки и сноровки.

В 1950-е годы придуман поворотный пистолет для «сухого» метода и в первый раз применен «мокрый» метод торкретирования, который не требовал добавления воды в форсунку. В это же время началось формирование АСИ комитета 506, публикация нормативных документов таких как «SP-14», «Торкретирование», что давало отрасли критерии требований к качеству производства работ методом торкретирования [4].

В 1970-х разработано новое оборудование и строительные материалы, использование которых заметно улучшили качество работ методом торкретирования. В частности, для придания новых свойств торкрет-бетону был введен микрокремнезем, который повышает прочность, долговечность, морозостойкость и т. п. Это расширило использование торкрет-бетона для наземных конструкций.

В 1980-х годах разработали добавки, которые обеспечивают контроль над консистенцией, производительностью, увлажнением торкрет-бетона. Были удовлетворены требования по структурному ремонту после внедрения волокон из стали (фибр). Стальные фибры позволили увеличить прочностные характеристики, ударопрочность, обеспечили лучшее сопротивление изгибу конструкций из фиброторкрет-бетона. Область применения такого бетона: строительство платин, тоннелей и шахт, ремонт арок, возведение куполов с тонкими стенками. Нормативно-технические документы этих лет затрагивают вопросы крепления выработок набрызг-бетона и технологические правила торкретирования кладки инженерных сооружений.

В 90-е годы предложено торкретирование с применением «Эко-бетона». Это экологически чистая технология бетонирования под большим давлением в замкнутой системе в водо-аэрозольной среде. Технология основывается на силовом-инерциальном уплотнении смеси под большим давлением для получения бетона высокой плотности. Основа «Эко-бетона» - цемент, щебень 10-16мм, песок 0-4 мм, рабочее давление выше 1.4 Мпа. Бетонную смесь можно наносить на потолочные и вертикальные конструкции. Слой получается значительно больший, чем при использовании технологии «Торкрет-штукатурка», при нанесении которой больше 25 мм происходит сползание смеси, а раствор расслаивается, образуются большие пылеобразования, что приводит к загрязнению окружающей среды. Преимущества технологии «Эко-

бетон» - смесь можно транспортировать со скоростью 120-200 м/сек, что в 4-5 раз больше, чем при мокром и сухом методе торкретирования [5]. Применять данную технологию разумно при:

- усилении тонкостенных конструкций, опор и балок,
- строительстве плотин, силосных ям, бассейнов, защитных покрытий труб, гидротехнических сооружений и т. д.

В 2008 году специалистами лаборатории НИЦ «СМ», ОАО ЦНИИС Транспортного строительства по теме НИиОКР, ОАО «Мосинжпроект» проделана работа по установлению физикомеханических характеристик 48-и составов торкрет-бетона, которые вошли в ТУ 5745-001-16216892-06 «Торкрет-бетон». Полученные результаты говорят, что при разумном использовании армирования и специальных добавок, можно получить широкий спектр эксплуатационных характеристик торкрет-бетона, в частности, применение фибры из стали значительно влияет на прочностные характеристики бетона, не уменьшая свойств по водонепроницаемости, морозостойкости и водопоглощению.

Сегодня технология торкретирования чаще всего применяется для возведения резервуаров, туннелей, оболочковых конструкций, при усилении конструкций, креплении котлованов, откосов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Емельянова Т. А., Денисова А. П.* Тенденции развития и перспективы применения метода торкретирования // Журнал ПГС. Декабрь, 2007г.
2. *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 ЦНИИ Промзданий. Москва 2007.
3. *Аракелян Г.Г.* Эко-бетон. Технология и организация восстановления зданий и сооружений. Изд-во: М.: Строиздат., 2004 г. 152 с.
4. *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.
5. *Шипелев И.Л., Кравчук В.А.* Совершенствование технологии торкретирования // В сборнике: Материалы 57-й студенческой научно-технической конференции инженерно-строительного института ТОГУ 2017. С. 357-362.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В СКОРОСТНОМ РЕЖИМЕ

Монолитное строительство в наши дни очень актуально. Благодаря тому, что железобетон обладает высокими физико-механическими показателями он занимает ведущее место среди других строительных материалов. Помимо этого, сравнительная простота и высокая скорость процесса возведения конструкций делает этот метод возведения зданий одним из самых привлекательных для заказчика [1]. Повышение темпов строительства поспособствовало появлению нового термина «скоростное монолитное строительство», под которым подразумевается возведение монолитного каркаса в кратчайшие сроки. Для того, чтобы это сделать, нужно учесть множество факторов, о которых и пойдет речь в данном докладе. Транспортные процессы - одни из ключевых процессов, влияющих на скорость получения готовой конструкции, ведь для того, чтобы строительный объект работал бесперебойно, нужно грамотно рассчитать доставку строительных материалов и перемещение их по территории строительства. Ошибки в логистике, например, большой интервал времени между поставками бетонной смеси на строительную площадку, оборачиваются рядом проблем: холодные швы бетонирования, расслаивание бетона, простои [2]. Поэтому важно иметь на стройплощадке оптимальное количество транспортных механизмов.

Последовательность строительных работ лучше всего вести поточным способом, чтобы арматурщиков, монтажников, плотников и бетонщиков, сменяя друг друга, образовывали непрерывный цикл работ, а скорость перехода на следующую отметку зависела только от времени твердения бетона. Первым основным процессом при устройстве конструкции перекрытия является установка в проектное положение и монтаж опалубочных блоков. В СП 371.1325800.2017 «Опалубка. Правила проектирования» указывается, что использование древесины в качестве палубы наиболее эффективно. Это экономичный, легкий материал, который легко заменить при выходе его из строя [3]. Но при появлении пластиковой, алюминиевой и стальной опалубки удалось избежать такие трудозатратные процессы, как обработки бетона от отпечатков деревянной фактуры и других крупных неровностей в следствие деформации древесины, отличительной чертой которой является высокая гигроскопичность.

Рассмотрим следующий процесс – устройство арматурного каркаса – механизация которого позволяет увеличить выработку и уменьшить трудозатраты. Относительно недавно в России появились пистолеты для вязки, которые способны заменить несколько арматурщиков, работающих крючками, так как производят вязку за одну секунду, самостоятельно при этом нарезая проволоку. Сейчас вырос спрос и на арматурные каркасы, изготовленные вне строительной площадки и привезенные для установки в готовом виде. Это не удивительно, ведь данный способ позволяет увеличить темпы армирования в разы, а также сократить бригаду арматурщиков. При готовности арматурно-опалубочного блока, переходят к укладке бетонной смеси. Классический способ приёмки бетона заключается в заливке бункера объемом до двух кубических метров бетонной смесью и доставкой её при помощи крана на требуемую отметку. Этот способ простой и дешёвый, но совсем не подходит для «быстрого монолита». Поэтому, чтобы ускорить процесс, следует использовать бетононасосы – мобильные или стационарные. Последние способны подавать смесь на высоту до 250 м, а в горизонтальном положении до 2000 м без снижения давления.

После укладки бетонной смеси должно пройти время, прежде чем она наберет проектную прочность. Как правило, требуется 28 суток. В течение первых суток с момента приготовления, бетонная смесь находится в стадии схватывания. В теплое время года, когда температура воздуха достигает 20 градусов Цельсия и выше, на процесс начала этапа коллоидации цементного камня может потребоваться несколько часов. При понижении температуры, время начала и завершения стадии сдвигается и для схватывания потребуется больше суток. После схватывания бетон начинает твердеть. Наиболее интенсивно этот процесс протекает в первые семь дней после заливки, когда прочность достигает около 70% от проектной (при н.у.). При температуре ниже 5 градусов процесс твердения бетона замедляется. Кроме того, замерзание смеси в начальной стадии приводит к снижению её прочности после оттаивания (нарушаются связи между цементным камнем, заполнителем и металлической арматурой). В таких случаях требуется осуществлять прогрев бетона [4, 5]. Есть несколько способов увеличения скорости твердения бетонной смеси. Снижение водоцементного соотношения способствует образованию концентрированного раствора, в котором кристаллизация протекает лучше, следовательно, сокращается время схватывания. Однако, при этом подвижность раствора снижается. Уменьшение воды в растворе приведет к хрупкости и снижению прочности бетонного камня.

При добавлении пластификаторов и присадок, повышающих подвижность смеси и способствующих повышению прочности готового

изделия, можно избежать негативные последствия. К ним относят неорганические кислоты, хлористые соли (хлористый кальций, натрий), нитраты и карбонаты. Недостатками данного метода являются появление высолов на поверхности бетона, возникновение коррозии арматуры от воздействия хлоридов. Таким образом, к выбору химических и органических веществ-катализаторов нужно отнестись с осторожностью.

Необходимо также учитывать, что ни один из вышеперечисленных процессов нельзя выполнить без правильно сформированной, согласно рекомендациям ЕНиР, бригады из оптимального количества рабочих разной квалификации и разряда – которая является основой любого строительного процесса. Таким образом, возведение монолитных конструкций жилых зданий в скоростном режиме стало возможным благодаря комплексному подходу в совершенствовании организационно-технологических процессов разных направлений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ершов М.Н., Липидус А.А., Теличенко В.И.* Технологические процессы в строительстве: Книга 5. Технологии монолитного бетона и железобетона: учебник. М.: Издательство АСТ, 2016. 126 с.
2. *Серков А.И.* Сравнительный анализ способов обеспечения строительной площадки бетоном при возведении монолитного каркаса здания // Региональное развитие. 2017. № 3. С. 15.
3. *Кузнецова Ю.А.* Технология возведения монолитных многоэтажных зданий в туннельной опалубке // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2016. Т. 2. С. 214-218.
4. *Бидов Т.Х.* Организационно-технологические и управленческие решения использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций // Научное обозрение. 2017. №13. С. 54-57.
5. *Головнев С.Г., Беркович Л.А.* Технология ускоренного возведения многоэтажных зданий из монолитного бетона // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2009. №1. С. 30-32.

ОСОБЕННОСТИ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ

Отрицательные температуры оказывают влияние на процесс бетонирования: увеличиваются сроки набора бетоном прочности, замерзшая в составе смеси вода изменяет свой объем в большую сторону и оказывает давление на бетон изнутри. Всё это приводит к образованию трещин в бетоне и снижению прочности конструкции. Чтобы выдержать строительные нормы необходимо обеспечить ряд мероприятий по проведению бетонных работ зимой [1]. До замерзания бетон должен успеть набрать определенную прочность, которую называют критической. Она составляет 50 % от марочной (в ответственных конструкциях – 70 %). Применяют несколько способов бетонирования в зимний период: утепление бетонной смеси пленкой ПХВ и другими теплоизолирующими материалами; использование противоморозных добавок; электрический или инфракрасный прогрев бетона [2].

Перед заливкой бетона следует удалить снег, лед и мусор на опалубке и стальных стержнях, особенно в местах соединения нового и старого бетона (например, места соединения балок и колонн), но его нельзя мыть водой. Необходимо принять соответствующие меры против замерзания, обеспечить теплоизоляцию, защиту от ветра.

Предварительно перед заливкой должны быть подготовлены бетонные изоляционные материалы, такие как: полиэтиленовая пленка, хлопчатобумажный войлок и соломенная завеса. Возможно применение греющей опалубки. Нельзя заливать бетон на слой мерзлого грунта, перед заливкой необходимо его прогреть. Иногда используют предварительный нагрев арматуры. Также применяют предварительное подогревание компонентов смеси: сначала нагревают воду и крупный заполнитель, затем в смесь добавляют песок и цемент и всё это перемешивают. Для регулировки процесса схватывания используют специальные противоморозные добавки в бетон. В процессе заливки строительного блока в любое время должна сохраняться однородность и консистенция бетонной смеси. Категорически запрещается регулировать свойства бетона путем добавления воды. Внешнюю изоляцию опалубки фундамента можно заделывать утеплителем, другие конструкции также должны быть размещены после монтажа теплоизоляционных материалов. Поверхность стальной формы должна быть закреплена перед заливкой бетона.

Для предотвращения влияния изменений температуры на качество бетона его следует доставлять на площадку как можно быстрее, в

машинах с двойным подогреваемым дном, выгружать в течение не более 90 мин и сразу заливать в конструкцию [3, 4, 5]. Когда плиты пола, балки, стены и колонны бетонируются вместе, сначала заливают колонны и стены, а затем балки и полы. Обычно каждый бетонируемый слой не превышает 500 мм. После выравнивания заливается верхний слой. При заливке обращают внимание на вибрирование бетона. При заливке толстого монолитного конструкционного бетона слоями температура бетона в заливаемом слое не должна быть ниже 2 °С до того, как он будет покрыт последующим слоем бетона, а после заливки бетон должен быть укрыт теплоизоляцией, чтобы предотвратить замерзание соединения. При использовании термического отверждения температура до отверждения не должна быть ниже 2 °С.

Температура формирования бетона не должна быть ниже 5 °С. После заливки морозостойкие части бетонной конструкции должны быть утеплены полиэтиленовой пленкой и покрыты соломенными занавесками, хлопковым войлоком и т. п., чтобы предотвратить повреждение от замерзания. Начальное время схватывания зимнего бетона обычно составляет 8-12 часов, а окончательное время схватывания - 12-16 часов. Время демонтажа боковых форм, таких как бетонные стены и колонны, должно быть соответствующим образом увеличено, чтобы избежать появления поверхностного отслаивания и других факторов [6].

В течение всего процесса бетонирования четыре раза в день и ночь измеряется и регистрируется изменение температуры бетона и окружающей среды, чтобы вовремя найти проблему и принять меры для её своевременного устранения. Бетон должен быть укрыт сразу после его схватки. Время отверждения должно быть не менее 14 дней. Если раннее отверждение отсутствует, прочность бетона в течение 28 дней будет сильно нарушена. Бетон после демонтажа также должен быть вовремя покрыт теплоизоляционным материалом для предотвращения трещин, вызванных внезапным падением температуры поверхности бетона. Опалубку и изоляционный слой удаляют после того, как бетон остынет до 5 °С. Неохлажденный бетон обладает высокой хрупкостью, поэтому перед охлаждением конструкция не должна подвергаться ударам или динамическим нагрузкам. Когда разница температур между бетоном и внешней средой превышает 20 °С, поверхность бетона после демонтажа должна быть временно закрыта, чтобы дать ему возможность медленно остыть.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ершов М. Н.* Технологические процессы в строительстве: учебник / М. Н. Ершов, А. А. Лapidус, В. И. Теличенко. - Москва: АСВ, 2016. Кн.5: Технологии монолитного бетона и железобетона. - 2016. - 126 с.
2. *Забелина О.Б., Леонов Д.В.* Совершенствование процессов зимнего бетонирования монолитных строительных конструкций // Перспективы науки. 2019. №11. С. 10-14.
3. *Михайлов А.Ю.* Технология и организация строительства. Практикум.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2018.— 196 с.— <http://www.iprbookshop.ru/78240.html>
4. *Рыбалкина А.В., Мамонтов И.А., Бабаскин Е.С.* Зимнее бетонирование конструкций // В сборнике: Научные достижения: теория, методология, практика Сборник научных трудов по материалам IX Международной научно-практической конференции. 2019. С. 35-40.
5. *Тамазина А.А., Костина Н.В.* Особенности бетонирования в зимний период // В сборнике: Актуальные проблемы инженерных наук Материалы VII-й (64) ежегодной научно-практической конференции преподавателей, студентов и молодых ученых Северо-Кавказского федерального университета «Университетская наука-региону». 2019. С. 497-498.
6. *Бидов Т.Х., Хубаев А.О.* Организационно-технологический потенциал использования методов неразрушающего контроля при производстве бетонных работ в зимний период // Наука и бизнес: пути развития. 2018. №4(82). С. 101-104.

МЕТОДЫ БЕТОНИРОВАНИЯ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

В связи с бурным развитием монолитного домостроения и участвовавшими случаями обрушения бетонных зданий существенно вырос интерес к методам зимнего бетонирования. В научной литературе ведется много исследований по изучению способов защиты бетона от замерзания, но среди всего разнообразия отсутствует инструмент, который позволил бы, комплексно учитывая все факторы, влияющие на бетонирование в зимних условиях окружающей среды, определить единый наиболее предпочтительный. Применяемые в современном строительстве методы делят на 2 группы: обогревные и безобогревные [1].

Безобогревные методы включают в себя:

1) *Метод «термоса»*, при котором бетонирование осуществляется предварительно разогретой (за счет использования подогретой воды) бетонной смесью до 25...35°C. Для бетона создают благоприятные температурные условия, используя помимо тепла, внесенного в бетон при изготовлении, тепло, выделенное в бетоне вследствие гидратации цемента в период остывания [8]. Важно, чтобы к моменту окончания формирования монолитной бетонной конструкции была набрана критическая прочность – минимальная прочность, по достижению которой замерзание бетона уже не оказывает отрицательных воздействий на структуру бетона, а бетон в нормальных условиях набирает нормируемую прочность [2]. Способ достаточно эффективен при бетонировании массивных конструкций при температурах наружного воздуха не ниже -10...-15°C, в частности для конструкций, находящихся в грунте.

2) *Использование в приготовление бетонного раствора добавок*, что позволяет понизить температуру замерзания воды в бетонной смеси и ускорить твердение бетона. У бетона с противоморозными добавками водоцементное соотношение становится меньше, чем обуславливается повышение прочности и морозостойкости. Однако очень важно подобрать оптимальное количество добавки: из-за недостатка примеси произойдет преждевременное замерзание, что приведет к разрушению конструкции, в то же время избыток модификатора повлечет за собой замедление твердения. Вид и количество противоморозной добавки назначают в зависимости от температуры окружающей среды [3].

Среди обогревных методов выделяют:

1) *Электропрогрев*, при котором ускорение твердения бетонной смеси происходит вследствие пропускания переменного электрического тока через бетон. Таким образом, электрическая энергия превращается в тепловую непосредственно в конструкции, что позволяет затрачивать меньше энергии, чем при других способах электротермообработки бетона [8].

2) *Применение предварительно разогретых бетонных смесей*. Представляет собой экономичный обогревный метод, позволяющий расширить границы метода «термоса», непригодного для ряда конструкций. Сущность его заключается в кратковременном разогреве бетонных смесей перед укладкой электрическим током и последующем выдерживании без обогрева или в отдельных случаях с дополнительным обогревом до приобретения требуемой прочности при возведении конструкций при сильных морозах или с повышенным модулем поверхности [4]. Применение данного метода способствует ускорению реакций гидратации и выделения тепла экзотермии. Также, в виду уплотнения бетонной смеси в горячем состоянии исключается остаточное тепловое расширение бетона, обычно возникающее при других методах тепловой обработки конструкций, обеспечивая тем самым повышение качества бетона.

3) *Форсированный разогрев уложенного в опалубку бетона с повторным уплотнением в разогретом состоянии*. Применение данного метода исключает потери тепла при транспортировке смеси, а также позволяет осуществлять разогрев практически до любой (до 100 °С) температуры. Таким образом, он относится к наиболее эффективным по скорости твердения бетона и экономичным по расходу электроэнергии способам [5].

4) *Обогрев в электромагнитном поле* основывается на магнитной индукции. Армирование железобетонной конструкции в таком случае выступает в роли сердечника, а кабель, уложенный петлями вокруг, служит катушкой переменного тока. Данный метод чаще всего применяют для длиномерных армированных конструкций малой площади поперечного сечения: колонн, свай и др.

5) *Обогрев бетона инфракрасными лучами*. Способ основан на способности инфракрасных лучей поглощаться телом бетона и трансформироваться в тепловую энергию. Теплота от излучателя к залитому элементу передается мгновенно без использования переносчика тепла. Далее прогрев происходит за счет собственной теплопроводности конструкции [6].

6) *Прогрев бетона греющими проводами* характеризуется наиболее высоким КПД, т. к. обеспечивает передачу практически всей энергии бетону. Одной из особенностей внутреннего прогрева является

трудность достижения требуемой равномерности температурного поля по объему конструкции, что связано с выделением тепла тонким линейным источником и передачей его бетону путем теплопередачи. Таким образом, внутренний прогрев наиболее целесообразно использовать для тонкостенных и густоармированных конструкций.

7) *Контактный прогрев.* Этот способ основан на применении опалубки, оборудованной электронагревателями. Контактным способом производят интенсивный и эффективный обогрев конструкции с возможностью создавать оптимальные условия для набора прочности бетоном. За счет теплопроводности тепло распространяется от поверхностей по всей конструкции.

Каждый из методов обладает не малыми преимуществами, но при детальном рассмотрении, становится ясно, что выбирать лучший вариант нужно индивидуально, принимая во внимание особенности производства бетонирования на отдельных объектах: его объемы, климатические условия района строительства и др. Сопоставление плюсов и минусов каждой технологии показывает, что наиболее перспективным является использование комбинированных методов с противоморозными добавками.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бидов Т.Х., Хубаев А.О.* Организационно-технологический потенциал использования методов неразрушающего контроля при производстве бетонных работ в зимний период // Наука и бизнес: пути развития. 2018. №4(82). С. 101-104.
2. *Забелина О.Б., Леонов Д.В.* Совершенствование процессов зимнего бетонирования монолитных строительных конструкций // Перспективы науки. 2019. №11. С. 10-14.
3. *Доладов Ю. И.* Теория и методы зимнего бетонирования: учеб. пособие для вузов // Форум, Инфра-М, 2015. — 175 с.
4. *Решетов М.М., Анненкова О.С.* Анализ методов зимнего бетонирования и выбор вариантов в зависимости от условий производства работ // Ползунковый альманах. 2017. № 4. С. 200-204.
5. *Шеенко И.В.* Анализ эффективности некоторых методов производства бетонных работ в зимних условиях // Инновационная наука. 2018. №10. С. 98-100.
6. *Копылов В.Д.* Устройство монолитных бетонных конструкций при отрицательных температурах среды: монография // Издательство АСВ. 2014. – 180 стр.

Студентка 4 курса 12 группы ИСА Ковалева С.А.,

Студент 4 курса 12 группы ИСА Магомедов М.И.,

ОСОБЕННОСТИ ТРУБОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Развитие технологий, прогрессы XXI-го века, предъявляют все большие требования к строительному рынку. Сокращение сроков строительства и, что следственно, снижение стоимости, но получение продукта того же высокого качества - одно из главных требований потребителя и задач застройщика. В связи с этим актуален вопрос о применении материалов, позволяющих удовлетворить эти требования [1].

Конструкции из тонкостенных стальных труб, заполненные бетоном, заявили себя, как эффективные в этом отношении. Трубобетонный стержень является комплексной конструкцией. Он состоит из стальной трубы и бетонного ядра, которые работают совместно.

Изначально трубобетон представлял собой многотрубную конструкцию с пакетом из трубобетонных стержней небольшого диаметра. По такому принципу в 1936 г. в Ленинграде под руководством академика Г. П. Передерия был построен мост через р.Неву пролетом 101 м. По мере исследования конструкция была заменена монотрубной системой.

Лукша Л. К. в своей монографии «Прочность трубобетона» выделил основные преимущества и недостатки использования трубобетонных конструкций. К положительным свойствам он относит следующее: высокая прочность, жесткость, равноустойчивость, высокая пластичность в предельном состоянии (исключающая внезапное обрушение конструкции), экономию полезной площади здания вследствие уменьшения поперечного сечения колонн, отсутствие необходимости применения опалубки. Все эти достоинства подтверждают эффективность трубобетона как материала. Высокая прочность и жесткость позволяют значительно уменьшить размеры поперечного сечения и вес колонны по сравнению с железобетонными. Известен случай строительства производственного здания в СССР, когда при замене колонн из железобетона на трубобетонные удалось снизить массу конструкций в 6,5 раз (вес одной колонны ж/б 13 т., трубобетонной 2 т.). Также трубобетон имеет преимущество перед металлическими конструкциями – они более устойчивы и огнестойки [2].

Несмотря на это, использование трубобетонных конструкций сдерживалось и ограничивается до сих недостаточным числом исследований работы конструкций при внецентренном сжатии, усадке и ползучести бетона в трубе, длительном нагружении и др., был мало изучен процесс заполнения труб бетоном и др.

Ряда организаций и специалистов восполнили эти пробелы. Разработаны скоростные методы заполнения труб бетоном с помощью вибрации, а также использованием модифицированных высокоподвижных (П-4, П-5) и самоуплотняющихся бетонных смесей, легко перекачиваемых бетононасосами и не требующие интенсивного виброуплотнения. Такие смеси обладают свойством быстрого набора критической прочности, что позволяет перейти на малообогревную технологию бетонирования конструкций [3, 4].

Бикбау М. Я. и Темирбулатов Т. Р. В своем исследовании решили проблему неоднородности прочности бетона по длине стержня, который укладывают в трубу с применением классической технологии, при которой вибрирование бетонной смеси осуществляется либо глубинными вибраторами, либо вибростолом. В таком случае прочность бетона у основания и у оголовка колонны может отличаться на 40%. Они предложили метод, в котором вибрирование происходит равномерно за счет снабженного в наконечник растворопровода вибратор.

Исследованиями доказано, что в неизолированном бетоне нагрузка вызывает более значительную деструкцию во времени, чем в изолированном. В первом случае развитие микротрещин прогрессирует все время, у изолированного бетона при таких же значениях напряжений оно полностью прекращается в первые 2—3 дня. В неизолированных образцах нелинейность деформаций ползучести наблюдается в течение 20—30 суток, а в изолированных нелинейность исчезает при аналогичных напряжениях в первые 2—7 суток.

Профессор Тамразян А.Г. провел ряд испытаний по доведению опытных образцов трубобетона малого диаметра с высоким коэффициентом армирования до потери несущей способности и сравнил результаты с существующими методиками расчета. Очевиден завышенный результат по сравнению с расчетами по формулам Крылова и Людковского. Следовательно, они не подходят для конструкций с высоким коэффициентом армирования. Более точными являются значения, полученные при использовании методики EN 1994-1-1:2004 Eurocode 4 (среднее отклонение -14,7% для первой серии и -6,2% для второй). Самые точные данные дает зависимость, которую представил А.Л. Кришан – 5,6% и 1,0% соответственно для первой и второй серии.

Подводя итоги можно резюмировать, что в данное время достаточно изучены вопросы расчета и технологии изготовления трубобетонных элементов [5]. В условиях современного рынка недвижимости малоэтажное строительство в крупных городах уходит на второй план. Большим спросом пользуются высотные здания (50-60 этажей) для которых необходимо использование материалов с большой несущей

способностью, высокой технологичностью и сравнительно низкой ценой. Применение трубобетона более выгодно. Его применение позволяет уменьшить вес сооружения в 2-3 раза, сократить трудозатраты в 4-5 раз, стоимость в 2-3 раза по сравнению с железобетоном. При незначительном увеличении веса относительно металлических конструкций достигается снижение стоимости до 40% и уменьшение расхода стали (в 2-3 раза).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гаранжа И.М., Иборра-Чорро С.* Обзор научных исследований в области изучения напряженно-деформированного состояния трубобетонных конструкций // Металлические конструкции. 2015. Т. 21. № 3. С. 119-133.
2. *Бидов Т.Х., Хубаев А.О.* Организационно-технологический потенциал использования методов неразрушающего контроля при производстве бетонных работ в зимний период // Наука и бизнес: пути развития. 2018. №4(82). С. 101-104.
3. *Афанасьев А.А., Курочкин А.В.* Эффективность трубобетонных конструкций при возведении каркасных зданий и сооружений // Строительство и реконструкция. 2016. № 4 (66). С. 111-120.
4. *Турумов Б.А.* Решения применения трубобетонных конструкций в высотных зданиях // Научная дискуссия: вопросы технических наук. 2017. № 4 (44). С. 49-53.
5. *Акаев А.И., Магомедов М.Г., Пайзулаев М.М.* Перспективы возведения сейсмостойких зданий из трубобетонных конструкций // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2017. Т. 44. № 1. С. 138-149.

*Студентка магистратуры 2 года обучения 21 группы ИСА Бикбаева
К.А. Научный руководитель- доц., канд. техн. наук, доц. Б.В.
Жадановский*

ОБЗОР ЭТАПОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ В ОТЕЧЕСТВЕННОМ И ЗАРУБЕЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Рассмотрим передовые решения в производстве бетонных смесей на территории Российской Федерации, стран СНГ и за рубежом по каждой из трех стадий:

- производство в заводских условиях;
- транспортирование до стройплощадки;
- рециклинг остатков.

Производство в заводских условиях.

Первым делом анализу подлежат вопросы заводского производства. В Европе требования к бетону регулирует стандарт EN 206-1, одобренный CEN в 2000 г. Документ применяется в странах Европейского Союза с различными климатическими условиями и опытом строительства. Общие положения методики подбора состава бетонных смесей за рубежом и у нас имеют схожий характер. Стоит отметить, что в использование все чаще вводятся инструменты, позволяющие на основании многих факторов определять оптимальный состав бетонной смеси, которая будет соответствовать заявленным требованиям [1]. Несмотря на финансовые затраты для закупки электронно-вычислительной техники, позволяющей осуществить данные расчеты, этот подход экономически выгоден, обладает малым сроком окупаемости и начинает завоевывать мировую популярность. Таким образом, внимание следует обратить на многофакторные модели подбора состава бетонной смеси. Следующим моментом, заслуживающим внимания, является автоматизация производства. За рубежом технологии автоматизации появились довольно давно, откуда затем успешно интегрировались в отечественное производство. Автоматическое управление производством бетонных смесей предусматривает управление транспортированием заполнителей и вяжущих со склада в расходные бункера, дозированием составляющих, процессами смешивания и выдачи готовой смеси, а также систему заказа смеси. При подготовке смесительной установки для работы в автоматическом режиме необходимо максимально механизировать все технологические операции. Кроме того, должны быть полностью механизированы склады заполнителей и цемента, разгрузки материала из транспортных средств и подача на склад, транспортирование внутри склада и выдача. Во всех остальных отделениях смесительной установки

тоже надо комплексно механизировать подачу сырьевых материалов, их распределение по расходным бункерам, дозирование, перемешивание и выдачу. В настоящее время уровень автоматизации отечественных и зарубежных бетонных заводов сопоставим, отличаются только производители установок и программного обеспечения. Стоимость на российском рынке оборудования зарубежных бетоносмесительных узлов с наиболее востребованной производительностью 30-40 м³ /ч товарного бетона или раствора колеблется от 250-300 тысяч евро (итальянский завод фирмы Cuoghi) до 800 тысяч-1 миллион евро (финский завод фирмы Steel Kamet Oy). Среднее положение по цене и, соответственно, по качеству занимают бетоносмесительные узлы фирм ELKON, Simem и другие [2]. На этом фоне набирает популярность система автоматизации L-Express, которая представляет собой готовое решение в виде единого автоматизированного технологического комплекса взаимодействующих между собой в масштабе реального времени систем управления с единой технологической базой данных.

Транспортирование бетонной смеси до стройплощадки.

Доставку бетонной смеси от завода чаще всего осуществляют в автобетоносмесителях. В случае заранее известного расстояние от бетонного завода до места производства работ для увеличения сроков сохраняемости свойств бетонной смеси в раствор добавляют суперпластифицирующие добавки, суть которых заключается в торможении процессов гидратации и гидролиза клинкерных минералов [4]. При этом достигается возможность сохранения высокой подвижности литого бетона при температуре воздуха 35С. Этот способ не только эффективен на практике, но и согласован с действующим стандартом ГОСТ 7473-2010 «Смеси бетонные. Технические условия». Для достижения оптимальной работы пластифицирующей добавки крайне важна технология введения. Второй способ заключается в применении добавок-замедлителей (например, CEMMIX CemStone, Sika Retarder и другие) во время изготовления смеси. Такой способ технологически более затруднителен, чем применение суперпластифицирующей добавки, но имеет ряд преимуществ. В частности, речь идет о возможности использования замедлителя не постоянно, а только в тех случаях, когда требования к бетонным смесям предполагают особо длительный срок доставки – до 5-6 часов. Добавки замедлители достаточно эффективны в небольших расходах, при этом замедление схватывания вызывается адсорбцией добавки на продуктах гидратации цемента, а также на поверхности исходных гидратированных минералов. На результат действия добавок оказывает влияние состав исходного цемента, содержание в нем щелочей.

Рециклинг остатков.

Появившаяся за рубежом тенденция к повторному использованию отходов промышленности привела к возникновению процессов рециклинга в бетонном производстве. Преимуществами рециклинга является то, что в ход идет ранее утилизируемый материал, во-вторых, автоматически исчезают транспортные расходы на вывоз отходов, в-третьих, отсутствуют санкции за нарушение экологических норм. Систему рециклинга можно условно разделить на две группы: повторное использование непосредственных отходов предприятия и отходы, возникающие в результате транспортирования.[5] Техническое средство, обеспечивающее обработку бетонных отходов и разделяющее их на вторичный щебень и воду, представляет собой стационарную установку и вакуумный погрузчик. Техника монтируется непосредственно на предприятии, которое осуществляет производство бетонных смесей. Преобразованное сырье вновь отправляется на первый цикл производства, позволяя снизить себестоимость выпускаемой продукции. По результатам поэтапного рассмотрения жизненного цикла бетонных смесей были сделаны выводы о необходимости проведения ряда расчетов, которые позволят внедрить новые решения в бетонное производство и повысить эффективность монолитного строительства в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Погорелов В.А.* Влияние гранулометрического состава бетонной смеси на структурное преобразование бетонной прочности // Вестник МГСУ, 2010. № 1. С. 200-206.
2. *Черниговский А.И.* Современное состояние и перспективы систем автоматизации бетонных заводов. // Современные технологии автоматизации, 2007. № 1.
3. *Гончарова М.А., Борков П.В., Аль-Суррайви Х.Г.Х.* Рециклинг крупнотоннажных бетонных и железобетонных отходов при реализации контрактов полного жизненного цикла // Строительные материалы. 2019. № 12. С. 52-57.
4. *Гусев Б.В., Фаликман В.Р.* Бетон и железобетон в эпоху устойчивого развития // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 2. С. 30-38.
5. *Тамразян А.Г.* Бетон и железобетон: проблемы и перспективы развития // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 7. С. 51-54.

ОПЕРАЦИОННЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Одной из главных задач современного строительства является выпуск качественной продукции в условиях сжатых сроков и ограниченного бюджета. На данный момент существует множество нормативов, устанавливающих требования к содержанию проектно-сметной документации, производству работ на строительной площадке, которые позволяют регулировать качество выпускаемой строительной продукции, но всегда ли это удастся в реальных условиях строительства объектов? Подавляющее количество дефектов при осуществлении строительных работ происходит из-за отступления от проектных требований, требований СП и других нормативных актов. Контролировать соблюдение этих требований возможно посредством проведения производственного контроля на строительных объектах [1,2]. Видом производственного контроля качества выполняемых строительно-монтажных работ непосредственно на строительной площадке является операционный контроль. Операционный контроль направлен на обеспечение своевременного выявления дефектов и причин, приведших к их возникновению, а также на принятие мер по их устранению и дальнейшему предупреждению.

Осуществление операционного контроля направлено на решение следующих задач [3]:

- соблюдение технологии выполнения процессов монтажа конструкций;
- контроль соответствия выполняемых работ согласно проекту и нормативной документации;
- выявление дефектов, причин их возникновения и принятие своевременных решений по их устранению;
- производство следующих строительных процессов после устранения всех дефектов, допущенных ранее;
- ответственность исполнителей за качество работ, выполняемых непосредственно ими.

Говоря об ответственности за качественное выполнение работ, возникает вопрос – кто несет непосредственную ответственность за реализуемые процессы на строительной площадке? Операционный контроль осуществляется мастерами, производителями работ,

лабораториями и геодезическими службами, в том числе и специалистами, производящими контроль отдельных видов работ. По способу проведения операционный контроль можно охарактеризовать как контроль соответствия определенного вида строительных работ схемам операционного контроля качества (СОКК). СОКК – это основной рабочий документ, входящий в состав технологической карты на определенный вид работ, которым руководствуются при контроле качества работ прорабы, мастера, бригадиры, а также строительные лаборатории и другие рабочие, обязанные предъявлять выполненные работы прорабам и мастерам [4,5].

СОКК должны содержать в себе:

- перечень процессов или операций, контролируемых прорабом (при необходимости с участием строительной лаборатории, геодезической и других служб специального контроля);
 - эскизы конструкций, их основные технические характеристики.
- материал, указание допусков отклонений в размерах;
- сведения о составах, способах и сроках проведения контроля;
 - перечень скрытых работ.

Рассмотрим схему операционного контроля качества в части производства работ по укладке бетонной смеси.

Таблица 1

Состав и содержание операционного производственного контроля качества работ при укладке бетонной смеси

Этапы работ	Контролируемые операции	Метод контроля	Документация
Укладка бетонной смеси, затвердевание бетона, распалубка	<ul style="list-style-type: none"> - качество состава бетонной смеси; - состояние опалубки; - контроль высоты сбрасывания бетонной смеси, шага перестановки глубинного вибратора и глубины погружения, толщины укладываемого слоя, продолжительности вибрирования, правильности выполнения рабочих швов; -выдерживание температурно-влажностного режима твердения бетона в соответствии с ППР; - контроль фактической прочности бетона, сроков распалубки. 	Лабораторный (до укладки в конструкцию) Технический осмотр Измерительный (2 раза в смену) Измерительный (в местах, определяемых в ППР) Измерительный (не менее 1 раза на весь	Общий журнал работ, журнал бетонных работ

		объем распа- лубли)	
Инструменты контрольно-измерительные: отвес строительный, нивелир, рулетка, линейка металлическая.			
Ответственный за осуществление операционного контроля: мастер/прораб, инженер лабораторного поста - в процессе выполнения работ.			

Таким образом, операционный контроль, производимый ответственными лицами на строительной площадке, позволяет своевременно выявлять отклонения и дефекты в процессе производства работ, что значительно влияет на качественное выполнение дальнейших строительных процессов. Мероприятия, направленные на усиление контроля качества производства работ, позволят предотвратить риск увеличения сроков производства работ и возникновения дополнительных затрат на устранение выявленных дефектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Вотякова О.Н., Завгородний А.М.* Виды контроля качества строительного-монтажных работ в соответствии с проектной документацией // Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке: сб. ст. по матер. VIII междунар. науч.-практ. конф. № 8(8). – Новосибирск: СибАК, 2017. С. 59-63.
2. *Грахова Н. А.* Особенности контроля качества в строительном производстве // Молодой ученый. 2018. №16. С. 117-119.
3. *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.
4. *Латидус А.А., Шестерикова Я.В.* Формирование инструмента оценки комплексного показателя качества в строительстве // Системы. Методы. Технологии – 2018.- № 1(37). С. 90-93.
6. *Забелина О.Б., Харчикова Е.В.* Влияние качественных характеристик производственного контроля строительной продукции на безопасность объектов капитального строительства недостатки // Проектирование и строительство: Сборник научных трудов; Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2019. С. 164-167.

Студент магистратуры 2 года обучения 21 группы ИСА Бельдюгов А.А.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. А.А. Гончаров

ТЕХНОЛОГИЯ ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

С каждым днем использование инновационных технологий в строительстве становится необходимыми, в том числе оптимизация технологических процессов, комплексная механизация основных строительных мероприятий, снижение сроков строительства и повышение качества работ, отвечающих основным требованиям нормативной базы РФ [1]. Технические и конструктивные особенности, инновационные технологии в области строительства развиваются с немыслимой скоростью и строительство стерильных помещений всё больше занимает место в реализации строительных объектов. Высокоточные производственные отрасли требуют высокий уровень поддержания качества и тем самым применение передовых технологий «помещение в помещении». На сегодняшний день производство фармацевтических препаратов, продуктов питания, электронная промышленность не возможны без применения чистых помещений. Медицинские и лечебные учреждения также нуждаются в поддержании стерильной среды для пребывания людей и операционных вмешательств [2]. Стерильность чистых помещений и достижение конкретных классов чистоты обуславливается конкретными строительными факторами, позволяющими ее достичь:

- специальные отделочные и конструктивные строительные материалы;
- принудительная приточно-вытяжная система фильтрации вентиляции воздушного пространства;
- рациональные объемно-планировочные исполнения;
- высокотехнологичные автоматизированные инженерные системы;

На территории Российской Федерации существует основа нормативных документов, которая регламентирует основные требования к производству биологических и лекарственных препаратов. Основные документы представлены в перечне ниже:

- ГОСТ Р 52249-2009 «Правила производства и контроля качества лекарственных средств»;
- Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 14 июня 2013 г. № 916 «Об утверждении Правил организации производства и контроля качества лекарственных средств»;

- ГОСТ Р ИСО 14644-2017 «Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды».

Существуют европейские нормативные документы, основным из которых является Правила производства лекарственных средств Европейского Союза – GMP EC [2, 3]. GMP (Good Manufacturing Practice) — это надлежащая производственная практика, принятая во многих странах, регламентирующая правила к производству биологических и лекарственных препаратов, продуктов питания, биологически активных добавок. Продукты и лекарства, имеющие сертификат GMP, не принесёт вред здоровью и жизни человека. Правила GMP EC (Директива № 94 EC от 8.10.2003 г. «Принципы и правила надлежащего производства лекарственных средств») являются рекомендательными и не имеют четких требований к стерильным помещениям. В стерильных помещениях ведётся жесткий контроль за количеством частиц учитывается число микроорганизмов в помещении [4, 5]. Например, при строительстве участка производства пульмопорошков, расположенного на существующей территории ОАО «Фармстандарт-Лексредства» в городе Курск при возведении чистых помещений были применены стандартные конструктивные элементы:

- ограждающие панели, в том числе остекленные;
- противопожарные двери;
- встроенное остекление;
- гомогенные и наливные полы;
- приточные и вытяжные диффузоры;
- рециркуляционные системы;
- автоматизированные регуляторы расхода воздуха;
- воздушные шлюзы;
- ламинарные системы для локализации зон стерильности;
- передаточные окна;
- растровый потолок со встроенной системой освещения;
- система мониторинга и управления инженерными системами чистых помещений;
- герметизация всех элементов.

Первоочередная задача заключается в правильном определении принципа разделения зон с различными классами чистоты. Основная задача разработки планировочных решений чистых помещений состоит в выборе правильной функциональной схемы производства и, следовательно, грамотном проектировании воздушных шлюзов между любыми помещениями с различными классами чистоты, позволяющем максимально экономично удовлетворить все требования, диктуемые современными стандартами.

Вентиляция и кондиционирование воздуха обеспечивают формирования потоков воздуха и также необходимые характеристики однонаправленных или турбулентных воздушных потоков. Загрязнению воздуха препятствуют, проектируя инженерные системы, улавливающие и удаляющие нежелательные частицы путем нескольких степеней фильтрации атмосферного воздуха. В вентиляционных системах фармацевтического предприятия обязательно применение HEPA-фильтров, которые устанавливаются непосредственно в потолке чистых помещений. HEPA-фильтры классифицируются на группы ЕРА, HEPA и ULPA в зависимости от эффективности и проектируются индивидуально в каждом конкретном случае. Благодаря инновационным технологиям человечество смогло подняться на качественно новый уровень создания продукта. Сегодня наиболее современные и прогрессивные отрасли науки не мыслимы без стерильных помещений. Именно поэтому во многих странах технология чистых помещений пользуется серьезной государственной поддержкой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Забелина О.Б., Кунин Ю.С.* Строительство учреждений здравоохранения. Особенности разработки генерального плана больничных комплексов: история, современность и перспективы развития // Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 5 (83). С. 37-43.
2. *Забелин Н.В., Забелина О.Б.* Специфика прединвестиционной подготовки строительства (реконструкции) медицинских учреждений, имеющих отделения лучевой диагностики // Наука и бизнес: пути развития. 2019. № 1 (91). С. 108-112.
3. *Косырева А.Д., Алтаров К.В.* Особенности проектирования зданий с чистыми помещениями на примере фармацевтического предприятия // В книге: НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ материалы XVII Межд. науч.-техн. конф. Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета. Рязань, 2019. С. 56-58.
4. *Борисоглебская А.П.* Применение технологии чистой комнаты в операционных и помещениях полупроводникового производства // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2014. № 6. С. 30-38.
5. *Нечаев И.И.* Планировочные решения и классификация чистых помещений по требованиям GMP. Баланс между экономикой и технологией // Синергия Наук. 2017. № 12. С. 972-978.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОБЪЕМНО - БЛОЧНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ В РОССИИ

На сегодняшний день в мире, в частности и в России, с середины 20-го века остро строит вопрос дефицита жилых площадей. В течение этого времени ученые из различных стран различными способами стремились разработать новые метода скоростного домостроения с целью обеспечения доступного и комфортного жилья. В середине 20-го века в России технический прогресс позволил развить базу индустриального строительного производства, с широким внедрением типовых проектов. Данные прогрессивные методы позволили в разы увеличить скорость возведения жилых зданий, однако вопрос не был окончательно закрыт и остается актуальным на сегодняшний день.

Объемно-блочное домостроение — это новый индустриальный метод возведения зданий и сооружений, в котором основная часть трудоемкости на возведения отдельного объемного блока перенести на завод. Блоки, производимые в индустриальных условиях, имеют до 80-90% заводской готовности. По типу объёмные блоки бывают (рис. 1):

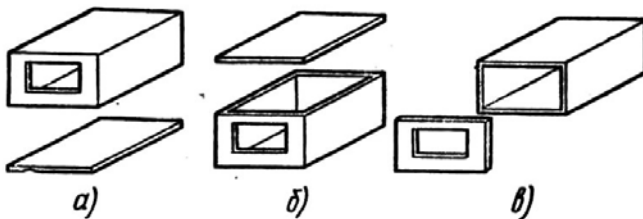


Рис. 1. Типы объемных блоков:

- а) 1-типа «колпак»;
- б) 2-типа «стакан»;
- в) 3-типа «лежачий стакан».

По функциональному назначению блоки делят на:

- блок-квартиры;
- блок-комнаты;
- блоки лестниц;
- блоки фундаментов;
- санитарно-технические блок;

По виду опирания:

- опирание по четырем точкам;
- опирание по контуру;

- опирание по двум продольным стенам;
- опирание по двум поперечным стенам;

По способу изготовления:

- монолитные;
- сборные;

В 1969 году Совет министров СССР принял специальное постановление от 3 февраля «О развитии объемно-блочного домостроения». Данное постановление послужило началом развития прогрессивного метода скоростного домостроения. К 1978 г. в СССР было задействовано 20 предприятий по производству объемных блоков. Один из заводов, расположен в Краснодарском крае и по сей день занимается выпуском объемно-блочных элементов здания [1]. Технологическая линия Краснодарского предприятия рассчитана на производство 50 объемных блоков в сутки. Габариты блоков составляют 3,4x2,5x6,0 [4-5]. Площадь стандартного базового блока составляет 19,6 см². С 2005 года практически все объемно-блочные здания, возводимые из продукции Краснодарского предприятия, возводятся в 16-этажном варианте с тремя секциями за месяц. Однако зарубежный опыт свидетельствует о более широком применении блочного строительства.

В Китае в невероятно быстрые сроки была возведена пятизвездочная гостиница [2]. Высота-30 этажей, срок строительства-15 суток, общая площадь-17 тысяч м². В строительстве участвовало 200 строителей. В состав работ так же вошли внутренняя отделка и «начинка» здания.

В результате сложившегося опыта объемно-блочного строительства можно выделить достоинства и недостатки.

Из преимуществ необходимо выделить:

- высокое качество готовых, произведенных в заводских условиях;
- рациональное объединение внутренних и отделочных работ;
- сокращение трудоёмкости на строительной площадке за счет высокой механизации работ в заводских условиях;
- снижение себестоимости и общей трудоёмкости;
- сокращение возведения здания во времени;
- быстрые сроки окупаемости;
- снижение отходов во время строительства.

К недостаткам необходимо отнести:

- необходимость увеличения грузоподъемности механизмов и транспорта;
- отсутствие технологических мощностей в России (отсутствии оборудования, квалифицированного персонала, отсутствие современных компьютерных программных комплексов, позволяющих проектировать в системе BIM [3]);

- отсутствие технического нормирования, в частности по производству объемных блоков («Заводская документация»), отсутствие норм контроля качества строительно-монтажных работ;

- сложность транспортировки в городских условиях;

Из проведенного литературного анализа можно сделать следующий вывод: объемно-блочное домостроение может применяться при малоэтажном и многоэтажном строительстве, при возведении зданий общественного назначения; данная технология экономически выгодна при массовом строительстве, что в свою очередь имеет перспективу развития в государственных программах; отсутствие современной нормативно-технической базы, которая требует актуализации.

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. *Тешев И.Д., Коростелева Г.К., Попова М.А.* Объемно-блочное домостроение // Жилищное строительство. 2016. № 3. С. 26-33.
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.

УСТРОЙСТВО КОНСТРУКЦИЙ ИЗ УКРУПНЕННЫХ КИРПИЧНЫХ БЛОКОВ

Кирпич является наиболее доступным строительным материалом. Обладая достаточной прочностью на сжатие, он позволяет возводить конструкции различных размеров и геометрических форм. Однако процесс возведения каменных конструкций является одним из самых трудоемких с наибольшей долей ручного труда. Современная строительная индустрия стремится к наращиванию темпов производства готовой продукции, что требует уменьшения количества операций и повышения степени механизации технологических процессов. Предварительная сборка и применение укрупненных кирпичных блоков может быть одним из решений поставленной задачи [1]. Изготовленные в заводских условиях, укрупненные кирпичные блоки позволят повысить качество готовой продукции, сократить количество ручного труда, увеличить степень механизации работ. Перспективность применения данной технологии в условиях современного строительства будет раскрыта в данной статье.

Изготовление кирпичных блоков возможно следующими способами: верстовыми, опалубочными и с помощью шаблонов [2].

По верстовому способу блоки выкладывают непосредственно у возводимого здания или на площадках заводов при помощи инструментов, инвентаря и приспособлений, применяемых при обычной поштучной кладке кирпича. Здесь также, как и при возведении стен из каменной кладки, процесс расчленяют на отдельные операции, поручаемые каменщикам различной квалификации, но при этом производительность труда значительно выше. *По опалубочному способу* кладку ведут также, как и при верстовом, но с применением специальной опалубки, которая ограничивает одну из сторон блока [3]. При *механизированном методе* отпадает необходимость использовать привычные инструменты, предпочтение отдается специальным кондукторам, а отсутствие некоторых процессов и операций повышает производительность работ каменщиков [4]. Помимо понижения затрат ресурсов, качество блоков становится лучше: обеспечивается правильность их формы, необходимая точность размеров, горизонтальность рядов в кладке.

Основной процесс при использовании укрупненных кирпичных блоков – это монтаж. При ведении монтажных работ блоки нужно устанавливать по всему периметру возводимого здания без разрывов. Если это невозможно, отставание допускается не более, чем на 1 ярус. Разрыв должен устраиваться в местах проемов. Предварительно положение блоков

размечают по схеме раскладки. Укладка блоков производится с перевязкой швов следующим порядком: на сплошных участках стен блоки верхнего ряда должны перекрывать блоки нижнего ряда не менее чем на $\frac{1}{4}$ длины блока, а для блоков короче одного метра не менее 25 см. Также дополнительная связь между блоками обеспечивается путем укладки между швами арматурных сеток и Т-образных закладных деталей из полосовой стали [5].

Монтаж укрупненных блоков начинают с установки наружных маячных блоков, которые располагаются на углах здания. По ним натягивают причальный шнур, с помощью которого монтируют остальные промежуточные блоки. Укрупненные элементы приставляют один за другим без пропусков. После монтажа одного ряда блоков по контуру стен, проверяют горизонтальность укладки, устанавливают детали, которые обеспечивают связь углов. Места укладки связей и непосредственно их параметры предусматриваются проектом. Сварные сетки перед укладкой покрывают цементным молоком и заделывают в растворную постель [6]. Правильность положения блока при его монтаже проверяется по отвесу и уровню. При незначительном выравнивании элементов используют лом. Если необходимо изменить положение блока полностью, его следует поднять, отвести в сторону, заменить раствор на постели, установить заново.

Можно говорить об использовании укрупненных элементов повышенной заводской готовности в качестве альтернативы кирпичной кладке. Однако современные здания предполагают развитую систему стеновых конструкций, сочетающих в себе высокие теплоизоляционные свойства и возможность декоративной отделки фасадов. Эти требования ставят новую задачу – совершенствование кирпичных блоков до комплексного фасадного элемента. Для достижения поставленной задачи необходимо не только модернизировать саму конструкцию элемента, но также более подробно рассмотреть вопрос перевязки блоков между собой, продумать стыковые участки стен, а также выявить минимально необходимые требования к технологии монтажа и вспомогательным средствам.

Возможность изготовления такой конструкции, средств доставки и монтажа позволит существенно сократить сроки возведения зданий, улучшить качество продукции и уменьшить продолжительность работ на высоте.

Применение кирпичных блоков позволяет сократить количество кладочных работ на строительном горизонте до минимума, так как 90% их производства располагается либо в пункте укрупнительной сборки на строительной площадке, либо на заводе-изготовителе.

На монтажный горизонт кирпичные блоки доставляются в готовом виде, необходимо лишь произвести выверку и монтаж блоков в ряду (согласно разверстке) в проектное положение.

Производство конструкции в заводских условиях также позволяет использовать более широкие возможности по доставке материалов первой очереди. Самым главным преимуществом укрупненной сборки кирпичных стен является возможность совмещения как производственных, так и логистических потоков, что приводит к уменьшению сроков строительства.

Учитывая достоинства использования укрупненных элементов и современные требования к индустриализации строительного процесса, дальнейшее развитие и совершенствование представленной в статье технологии позволяет говорить не только о сокращении сроков возведения непосредственно каменных конструкций, но и об уменьшении затрат на фасадные работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гайдуков П.В., Пугач Е.М.* Оптимизация конструктивно-технологических решений для опалубки сводов из штучных материалов // Перспективы науки. 2017. №3 (90). С. 67 – 72.
2. *Забелина О.Б., Кунин Ю.С.* Выбор способа усиления кирпичных вертикальных конструкций после детального технического обследования объекта федерального государственного бюджетного учреждения культуры «Политехнический музей»// «Наука и бизнес: пути развития» научно – практический журнал Москва: МОО «Фонд развития науки и культуры» 2018. №11 (89). С.102 – 107.
3. *Избицкая Ю.С., Калошина С.В.* Конструктивные решения многослойных стен из кирпича // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2019. Т. 2. С. 145-150.
4. *Киркин Д.С.* Тенденции малоэтажного строительства из легких керамических блоков // В сборнике: Севергеоэкотех-2016 Материалы XVII Международной молодежной научной конференции. В 6-ти частях. 2016. С. 121-125.
5. *Бегунова Н.В., Возмищев В.Н.* Возможности армирования двухслойной наружной кирпичной кладки композитной сеткой // Строительные материалы. 2019. № 9. С. 38-43.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СИСТЕМ КАМЕННОЙ КЛАДКИ

Согласно международным стандартам, эффективность – это отношение достигнутого результата к использованным ресурсам [1]. Существует множество способов повышения эффективности строительного производства [2]. Одним из методов является сокращение трудоемкости, снижение объема используемых материальных ресурсов, уменьшение стоимости и продолжительности процесса.

Для достижения данных результатов необходимо при проектировании конструкции задать ей оптимальные конструктивно-технологические свойства и технико-экономические показатели. По отношению к каменной кладке это можно сделать путем рационального выбора системы перевязки швов камней, то есть определения порядка положения камней относительно друг друга по всем направлениям: по вертикали, а также вдоль и поперек конструкции.

Система перевязки швов определяет характер работы камней в кладке, от чего зависит прочность конструкции [3].

Также выбранная система влияет на устойчивость конструкции: чем больше в горизонтальном ряду количество камней, уложенных большей стороной поперек конструкции, тем выше ее устойчивость [4].

Трудоемкость и зависящая от нее продолжительность возведения конструкции характеризуется числом совершенной каменщиком работы в процессе укладки: затраты труда повышаются с увеличением числа действий, включающих как простой поворот камня для установки его в проектное положение в ряду, так и механическую обработку для придания камню необходимой формы [5].

Таким образом, каждая система каменной кладки обладает своими конструктивно-технологическими свойствами и технико-экономическими показателями.

Логично предположить, что существующее разнообразие позволяет проектировщику выбрать по требуемым характеристикам конструкции наиболее подходящую систему. Однако такой выбор очень ограничен, так как существующая нормативная и информационно-справочная базы содержат данные только о нескольких системах перевязки швов: английская система («цепная») (рис. 1, а) получается путем поочередной укладки тычковых и ложковых рядов так, чтобы середина тычка одного ряда была расположена над серединой ложка другого ряда; ложковая система со смещением на $1/2$ длины ложка («однорядная») (рис. 1, б)

состоит только из ложковых рядов, при этом каждый ряд смещается относительно другого на половину длины ложкового камня; американская система («многорядная») (рис. 1, в) образуется чередованием одного тычкового ряда и пяти ложковых, причем ложковые ряды смещены относительно друг друга на половину длины ложка.

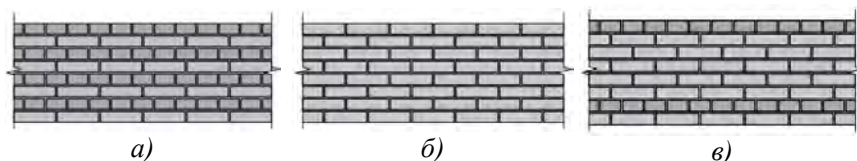


Рис. 1. Системы перевязки швов: а) Английская; б) Ложковая со смещением на 1/2 длины ложка; в) Американская.

Именно данные системы лежат в основе существующей нормативной и информационно-справочной базы. Так, СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» содержит требования к перевязке рядов только применительно к многорядной системе. В СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции» предложены значения расчетного сопротивления сжатию кладки независимо от выбранной системы перевязки швов. Нормы и расценки «ЕНиР. Сборник Е-3. Каменные работы» содержат трудозатраты на строительство 1 м³ кладки без учета используемой системы перевязки: все нормы рассчитаны только для цепной, многорядной и трехрядной систем. В сметных нормах «ГЭСН-2001-08. Сборник №8. Конструкции из кирпича и блоков» определены затраты строительных материалов, а также труда рабочих и машинистов для возведения конструкций с использованием только цепной системы, более того, приведен средний разряд работы, который тоже соответствует только одной данной системе перевязки швов. В сборнике «Нормативные показатели расхода материалов. Сборник 08. Конструкции из кирпича и блоков» не учтен вид системы кладки, хотя она имеет большое значение при определении расхода используемых материалов.

Причина отсутствия в нормативной и информационно-справочной базе данных о других системах кладки заключается в устоях СССР, которые унаследовала Россия. Экономика СССР требовала ускорения строительного производства, что в значительной мере достигалось за счет упрощения и типизации конструкций, использования большого числа рабочих низкой квалификации. Также отсутствовал спрос на каменные конструкции с повышенными декоративными качествами, получаемыми за счет применения необычных систем кладок [6]. Эти причины обусловили практику применения ограниченного числа систем перевязки швов в СССР.

Для расширения возможности применения каменной кладки, полного использования ее свойств при реализации конструкций различного назначения [7], создания большего многообразия фактур поверхностей фасадов, необходимо дополнить существующую нормативную и справочную базу.

Таким образом, для повышения эффективности использования каменной кладки в конкретных условиях функционирования конструкции нужно подобрать оптимальную систему перевязки швов, а для этого требуется располагать данными о конструкционно-технологических свойствах и технико-экономических показателей альтернативных систем кладки. Поэтому дальнейшие исследования должны быть направлены на получение и систематизацию такой информации. Более того, учитывая большое количество существующих систем [8], требуется разработать методику выбора рационального решения, определить алгоритм проектирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Глебова Е.В., Максимова В.В.* Соотношение понятий «эффективность» и «результативность» на примере оценки системы менеджмента качества // Научные труды Дальрыбвтуза. 2018. № 2(45). С. 61-67.
2. *Побегайлов О.А., Турченко Д.Г.* Резервы повышения эффективности организационно-проектных решений жилых домов // Инженерный вестник Дона. 2019. № 1(52). С. 209-215.
3. *Ghiassi B., Milani G.* Numerical Modeling of Masonry and Historical Structures: From Theory to Application. Woodhead Publishing, 2019. 890 с.
4. *Hendery A.W.* Structural Brickwork. Macmillan Education Ltd, 2015. 208 с.
5. *Картрайт П.* Кирпичная кладка. Уроки мастера. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 320 с.
6. *Иванов Г.С.* Эволюция жилищного строительства в Москве в послевоенный период (1946–1950): переход к типовому строительству // Вестник МГПУ. 2017. № 3(27). С. 36-42.
7. *Медведев П.М., Пугач Е.М., Гайдуков П.В.* Technological application features of brickwork bonding types. 3rd WMCAUS 2018.
8. *Медведев П.М., Пугач Е.М.* Вариативность в выборе систем перевязки швов для каменной кладки. Махачкала: Системные технологии №1 (26), 2018г., С. 19 – 22.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПАРКИНГАХ. УМНАЯ ПАРКОВКА

Увеличившийся за последние годы автопарк и ограничения улично-дорожной сети способствовали тому, что проблема парковок в крупных городах России резко обострилась. Особенно это касается парковочных мест в исторических и деловых центрах, где они в буквальном смысле слова на вес золота. Поэтому внедрение закрытых, умных парковок сегодня набирает все большую популярность и становится насущной необходимостью для различных организаций, предприятий, многоквартирных жилых домов [1].

Интеллектуальными парковками (*IntelligentParking*) на сегодняшний день принято считать универсальные, многофункциональные, автоматизированные, информационно-навигационные комплексные системы управления парковками.

Технологии интеллектуальных парковок решают ряд проблем, в число которых входит и проблема ориентирования в заполненных лабиринтах многоярусных автостоянок [2, 3].

В основе современных интеллектуальных парковок лежат датчики присутствия автомобилей, которые устанавливаются над каждым парковочным местом. Собранные датчиками информация передается на базовую станцию и в дальнейшем консолидируется в городской базе данных. Далее там происходит обработка данных, формируются аналитические отчеты для дальнейшего использования различными службами. Данные с датчиков поступают на:

1. Визуальные индикаторы текущего состояния места, доступного для водителей (свободно/занято);
2. Информационное табло с указателями количества свободных мест, а также их направлений;
3. Сервер системы для программной обработки информации и отображения ее на мониторе оператора.

При въезде на парковку устанавливается информационное табло, которое указывает на количество свободных мест на каждом уровне парковки [4]. Далее, по стоянке водителя сопровождают указательные стрелки, показывающие направление движения, и информационные табло уровня, подсказывающие, в какой части парковочной площадки и в каком количестве имеются свободные места.

Водитель, приближаясь к месту парковки, видит световой индикатор статуса: «свободно» — зеленый и «занято» — красный. В зависимости от проекции (наличия колонн, стен, перегородок и т.п.) индикаторы статуса в парковочных местах могут быть размещены как на самих корпусах датчика присутствия, так и в выносном корпусе, что обеспечивает наилучший визуальный контакт для водителей.

Для создания дополнительных преимуществ и повышения лояльности водителей в систему управления умных парковок была внедрена функция «Найти мой автомобиль». Для этого на стоянке устанавливается специальный сенсорный экран Query Kiosk. Водитель вводит на полный или частичный номер машины, и система показывает короткий маршрут к автомобилю.



Рис. 1. Экран Query Kiosk

Так же очень удобным нововведением стало появление в Москве приложение, которое позволяет арендовать доступные парковочные места в жилых комплексах [5]. При этом хозяин машиноместа может сдавать его в аренду и зарабатывать во время своего кратковременного или длительного отсутствия. Приложение дает информацию о наличии доступных для аренды машиномест, позволяет гостю бронировать, а хозяину — гибко настраивать график сдачи в аренду.



Рис. 2. «Booking» парковочных мест

Таким образом можно сделать выводы что создание интеллектуальных парковок позволило значительно сократить время поиска свободного места на парковке и упростило навигацию (ориентирование) в незнакомом месте. Кроме того, ПО интеллектуальные парковки позволило объединить в единую систему весь комплекс пожарно-охранной сигнализации, систему видеонаблюдения и вентиляции (регулировать мощность вытяжки при изменении количества выхлопных газов в воздухе).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Новиков Ю. В.* Аппаратура локальных сетей: функции, выбор, разработка / Ю.В. Новиков, Д.Г. Карпенко. — М.: Эком, 2011. — 288 с.
2. *Науменко Е. Ю.* Организация парковочного пространства в общей системе дорожного движения в городах: Автореф. ... дис. канд. техн. наук. [Текст] / Е.Ю. Науменко. – Волгоград., 2012. – 16 с.
3. *Гнездилов С.Г.* Обзор средств механизации парковочного пространства//Наука и образование. 2012. № 7.
4. *Менн А., Петров Е., Никитин А.* «Умные» парковки в «умных» городах // Транспортная стратегия - XXI век. 2018. № 38. С. 11-13.
5. *Иванов С.А.* Создание «умных парковок» в рамках реализации концепции «умный город» // В сборнике: Транспортные и транспортно-технологические системы Материалы Международной научно-технической конференции. Отв. ред. Н. С. Захаров. 2018. С. 127-129.

*Студент 4 курса 9 группы ИСА Горохов А.Ю.
Студент 4 курса 9 группы ИСА Болгов В.А.
Научный руководитель – преп. А.Ю. Юргайтис*

ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ПОКРЫТИЙ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Технология монтажа покрытий большепролетных [1-3] спортивных сооружений является уникальной для каждого сооружения и зависит от вида покрытия по статической схеме работы (см. табл. 1, [4]). Первым спортивным сооружением с большепролетным покрытием стал крытый стадион «Вестмаунт», построенный в 1899 году. В нем применялось рамное покрытие по статической схеме работы, но тем не менее это был колоссальный проект в то время, вместимость которого составляла 10 тыс. чел., причем число сидячих мест доходило до 4300 [5].

Таблица 1

Виды покрытия по статической схеме работы

№ п/п	Виды покрытий по статической схеме работы	Краткое описание этапов возведения	Построенные объекты
1	Покрытия по фермам	1) Возведение колон (стоек) 2) Монтаж порталных связей 3) Устройство ферм 4) Укладка настила	Ледовая арена дворца спорта «Янтарь» в р-не Строгино
2	Рамные	1) Монтаж колон (стоек) рамы 2) Монтаж порталных связей 3) Монтаж ригелей из отдельных составных частей 4) Монтаж несущих стропильных ферм 5) Монтаж прогонов по стропильным фермам	Тренировочный ледовый зал дворца спорта «Янтарь» в р-не Строгино
3	Арочные	1) Установка временных монтажных опор 2) Монтаж отпоровочных марок арки (первым монтируется элемент, опирающийся на фундамент) 3) Демонтаж временных опор	Дворец спорта в г. Архангельске – клеедеревянные арки Стадион «Фишт» в г. Сочи – стальные

			арки
4	Пространственные покрытия (купольное)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Установка временных опор (мачт) 2) Возводится верхнее опорное кольцо 3) Ребра купола монтируют с двух диаметрально противоположных сторон, опирая их нижнюю часть на опорную коробчатую балку, а с верхней часть – на опорное кольцо 4) Демонтаж временных опор 	Спортивный комплекс «НагояДоум» в Японии
5	Структурные покрытия	<p>Монтаж укрупненными блоками:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Сборка блока сначала с торцевых ферм 2) Установка элементов нижнего пояса, затем верхнего 3) Прикрепление к нижним и верхним поясам наклонных элементов 4) Укладка стального настила 	Тренировочный зал Дворца спорта «Сокольники»
6.1	Висячие покрытия (2 – мембраны)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Сборка блоков стабилизирующих ферм 2) Монтаж последнего «замыкающего» блока стабилизирующих ферм на конструкции покрытия мембраны 3) Переоборудование кондукторов для сборки лепестков мембраны 4) Подача на кондуктор рулонов стального листа с транспортных средств с помощью шевра 5) Монтаж лепестков мембраны 6) Устройство настила по нижнему поясу ферм 7) Оформление стыков между лепестками 	1 – Спортивный комплекс «Олимпийский» в г. Москве
6.2	Висячие покрытия (2 – ванты)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Устройство опорных контуров 2) Монтаж вантовой сети из рабочих и стабилизирующих вант 3) Преднапряжение вантовой системы с помощью гидродонкратов на заданные усилия (I и II этап) 4) Преднапряжение вантовой системы и монтаж кровельных стальных панелей (III этап) 	2 – Дворец спорта «Юбилейный» в г. Санкт-Петербург

		5) «Раскружаливание» вантовой системы и устройство кровельного покрытия	
--	--	---	--

Анализ организационно-технических решений при возведении объектов с такими конструктивными решениями показал значительную трудоёмкость данного этапа возведения объекта, также отсутствует технология типовых решений. Поэтому должна быть выполнена проработка организационно-технической документации в составе ППР, включая раздел по строительному контролю ключевых этапов монтажа покрытий. Необходимо создать нормы проектирования, предварительно выявив основные особенности, чтобы провести типизацию узлов и операций внутри технологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Еремеев П.Г.* Уникальные большепролетные металлические конструкции покрытий. От олимпийских игр 1980 в Москве до 2014 в Сочи // Вестник НИЦ строительство. 2014. № 11 С. 93-102.
2. *Гришанович А.И.* Особенности проектирования и возведения уникальных конструкций покрытия для большепролетных спортивных сооружений // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2017. № 1 (6) С. 60-68
3. *Агеева Е.Ю., Филиппова М.А.* Большепролетные спортивные сооружения: архитектурные и конструктивные особенности. Нижний Новгород: ННГАСУ, 2014. 1-84 с.
4. *Юргайтис А.Ю., Зеленцов А.А.* Технологические особенности монтажа покрытий большепролетных зданий и сооружений // Технология и организация строительного производства. 2017. № 3 (4) С. 14-17.
5. *Денисова Ю.В. Пашкова Л.А.* Примеры применения большепролетных конструкций в спортивных сооружениях. Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2016. 52-57 с.

ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА «ЗЕЛЕННЫХ КРЫШ» В СОВРЕМЕННОМ ГОРОДЕ

Зеленая крыша - это крыша здания, частично или полностью покрытая растительностью и почвой или питательной средой, которые выложены на гидроизоляционных мембранах. Такая конструкция кровли охлаждает крышу здания, может уменьшить воздействие инфракрасных и ультрафиолетовых лучей солнечного света, уменьшить поступление тепла в здание и повысить теплоотдачу [1, 2]. Зеленые крыши в своем использовании имеют ряд достоинств, выражающихся в кратко- и долгосрочной экономии затрат на строительство, например, могут:

- уменьшить количество поглощаемого тепла, так как белая светоотражающая крыша обычно только на 10-25 градусов F выше температуры окружающей среды в течение дня;
 - сэкономить на стоимости летних кондиционеров;
 - увеличить срок службы оборудования для охлаждения крыши здания;
 - повысить тепловую эффективность изоляции, потому что с повышением температуры теплопроводность изоляции крыши также увеличивается;
 - снизить на 10% расход электроэнергии;
 - уменьшить загрязнение воздуха и концентрацию парниковых газов.
- Также можно выделить такие преимущества зеленых крыш:
- меняет внешний облик здания [3, 4, 5];
 - создаёт «Зеленый имидж», приятную атмосферу, эффект релакса, снятия нервного напряжения;
 - создаёт защиту от ветровых нагрузок и солнечной радиации;
 - зеленая крыша сохраняет 40-80% ливневых осадков, а интенсивная до 80-99%;
 - защищает здание от резких перепадов температур;
 - снижает нагрузку на систему ливневой канализации;
 - очищает от пыли и загрязняющих веществ в воздухе, CO₂;
 - создаёт теплоизоляцию и звукоизоляцию.

«Зеленая» технология кровли требует разумной системы полива, обеспечивающей достаточное количество воды для всей растительности. Дренажные системы также должны быть тщательно рассчитаны, чтобы обеспечить необходимый дренаж и избежать эрозии верхнего слоя почвы. Зеленая крыша представляет собой сложную техническую систему, требующую создания многослойных «подушек», выполненных

из разных компонентов, которые могут одновременно компенсировать растениям естественную нехватку земли, поддержание стабильного существования растительного покрова на крыше. В общем виде в этих «подушках» есть:

- гидроизоляционная мембрана: растения часто выращивают на этой мембране;

- корневой слой, предотвращающий распространение корней, которые могут легко повредить крышу дома;

- увлажняющий слой, предотвращающий образование в корневом слое эрозии от механических воздействий, а также, помогающий поддерживать воду и другие питательные вещества;

- дренажный слой, регулирующий избыток воды, которая стекает в воронки, в то же время он поддерживает в желобах необходимое для растительности количество дождевой воды;

- фильтрующий слой, также известный как система фильтрации, помогает предотвратить засорение (земля) отверстий и стоков дренажной системы, защищает подложку от заноса ценных питательных для растительности веществ;

- питательный слой со специальным субстратом, специализированным для кровли «зеленый дом». Этот субстрат включает питательные вещества, необходимые для растительности, обладает хорошими осмотическими свойствами для воды и воздуха, обеспечивают наиболее благоприятную среду для растительности в течение 10 лет;

- растительный покров для «озеленения» кровли, в том числе для редких растений. Также здесь могут располагаться скульптурные формы и даже фруктовые деревья и небольшие декоративные кустарники.

Первое, что нужно учитывать при установке системы Green Roof - возведение зеленой крыши - это несущая способность бетонного или деревянного основания крыши. Вес почвы, воды и растительности, суммируются и должны быть рассчитаны как сила, которую крыша всегда может выдержать. В основном простая зеленая крыша весит 60-150 кг/м² в зависимости от толщины верхнего слоя растительности. Обычно при строительстве пешеходных дорожек небольшие каменистые ландшафты вызывать большую нагрузку, поэтому должны быть рассчитаны соответствующим образом.

Второе, - это дренаж для зеленой крыши. Необходимо убедиться, что дренажное отверстие не забито садовым песком. Снегопад также стоит учитывать при строительстве зеленой крыши, вес снега создает дополнительную нагрузку. Районы с тропическим климатом без снега могут не учитывать этот фактор. Важно: при устройстве плоской кровли гидроизоляцию укладывают с уклоном 3-5% для обеспечения стока вода.

Обычно зеленые крыши могут удерживать большую часть осадков (кроме сильных штормов) и собирать их для повторного использования воды. Это помогает снизить нагрузку на поток воды в канализационной системе: он удерживает достаточно дождевой воды для слива, поэтому скорость воды ниже, что ограничивает затопление в низких районах. . Строительство «зеленой крыши» является частью обеспечения противопожарного резервирования воды в случае жары или попадающих искр. Работа на зеленых крышах имеет высокий риск несчастных случаев из-за возвышенности сада. Это необходимо учитывать при планировании, проектировании и установке. Защита от падения включает в себя: перила, леса или сетки, а также канаты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ершов М. Н.* Технологические процессы в строительстве [Текст] : учебник / М. Н. Ершов, А. А. Лapidус, В. И. Теличенко. - Москва : АСВ, 2016. Кн.10 : Технологические процессы отделочных работ. - 2016. - 199 с.
2. *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, URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2019/6054.
3. *Забелина О.Б., Парахина А.М.* Основные технологии, применяемые в эко-строительстве: преимущества и недостатки // Проектирование и строительство: Сборник научных трудов 3-й Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров: Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2019. - С. 168-171.
4. *Лучкина В.В.* Перспективы развития инновационного рынка «зеленого» домостроения // Вестник МГУЛ. - Лесной вестник. – 2012. - №4 (87). – С. 152-156
5. *Лучкина В.В.* Современное развитие и экономическая целесообразность экологического строительства в России // Экономика и предпринимательство. -2017.- № 3-1 (80-1). – С. 152-157

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ВЕНТИЛИРУЕМЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

Энергоэффективный дом можно охарактеризовать как здание с минимально возможными теплопотерями и обладающее следующими свойствами: высокие показатели теплозащиты и почти полное отсутствие мостиков холода; приточно-вытяжная механическая вентиляция; преимущественно южная ориентация жилых помещений; почти полностью воздухонепроницаемая оболочка здания и тепловой баланс внутренних помещений [1]. Переход к энергоэффективным зданиям преследует экономические, экологические и социальные задачи, для достижения которых прибегают к оптимизации толщины и составных слоёв ограждающих конструктивных элементов и применению экологического сырья, что позволит снизить воздухопроницаемость, повысить теплоизоляцию стен, создать неразрывный контур теплоизоляции и уменьшить затраты на поставку необходимых ресурсов [2].

В результате практических наблюдений было выявлено, что в зимний период времени около 40% тепловой энергии расходуется на обогрев воздуха со стороны улицы. Из этих теплопотерь порядка 40% приходится на стены, на окна и двери – 20%, а также на кровлю и подвал с системой вентиляции также по 20%. В соответствии с приведёнными данными наибольшие усилия необходимо направить на снижение потерь тепловой энергии через стены. Рассмотрим вентилируемые фасадные системы, которые представляют собой конструктивную систему, состоящую из облицовочных плитных и листовых материалов и подоблицовочной структуры, крепление к стене которой осуществляется таким способом, чтобы обеспечить вентилируемую воздушную прослойку между облицовкой и стеной. В результате разницы в температурах внутренних помещений и внешней окружающей среды, образующийся тепловой поток направлен от нагретой среды к холодной. Проблема миграции пара в рассмотренной конструктивной системе решается за счёт образованного воздушного зазора между утеплителем и облицовкой, за счёт которого наружный воздух соприкасается с наиболее нагретой поверхностью утеплителя, нагревается и начинает подниматься вверх. Этот процесс предотвращает конденсацию пара, вследствие чего, препятствует образованию пара. [3].

Чаще всего для утепления ограждающих конструкций используется серьёзный слой утеплителя. Данное решение не всегда отвечает

критериям экономичности, а также может не являться рациональным с точки зрения энергетической эффективности. Опираясь на вышесказанное, в последнее время начали применять «системы активного энергосбережения» (САЭ). К ним относятся разнообразные системы, которые используют восстанавливаемые источники энергии, а также повторные энергоресурсы и автоматическое регулирование при изменении климатических условий среды. Концепция заключается в оборудовании стен четырьмя функционально-работоспособными слоями, один из которых (фотоэлектрический) должен являться неподвижным. Остальные слои могут передвигаться. В зависимости от времени суток и погоды изменение происходит автоматически в соответствии с заданной программой. Кроме того, система вентиляции для увеличения энергоэффективности зданий применяется децентрализованная, с предназначением рекуперации тепла. Благодаря исследованиям 2011-2013 годов, проведённым в научно-исследовательском институте физики, САЭ начали внедрять в ограждающие конструкции, в результате чего были разработаны энергоэффективные вентилируемые ограждающие конструкции (ЭВОК) с активной рекуперацией теплового потока, позволившие расширить область их применения в реконструкции, строительстве, а также капитальном ремонте. Данные ЭВОК образуют приточное устройство системы вентиляции с дальнейшим активным возвращением энергии для повторного использования тепла. Комфортный микроклимат помещений и воздухообмен будет обеспечиваться за счёт возвращения в помещения утилизированного воздуха. Наиболее распространённым случаем является эксплуатация навесных конструктивных фасадных систем с воздушным зазором, так как именно они являются особенно удобными для преобразования в ЭВОК [4].

Для наружных облицовочных панелей фасада существуют разнообразные варианты использования в конструктивных системах с вентилируемым воздушным зазором. Они могут быть как больших размеров из разного рода материалов, так и с небольшим весом, внутренним теплоотражающим слоем из алюминиевой фольги, содержащей легирующие добавки (рис. 1.А).

В многоэтажных домах существует проблемная зона, которая представляет собой остеклённые лоджии. Благодаря ЭВОК возможно усовершенствование, модернизация данных элементов. Это позволит, помимо снижения теплопотерь, использовать их в качестве вентиляционной системы помещений (рис. 1.Б).

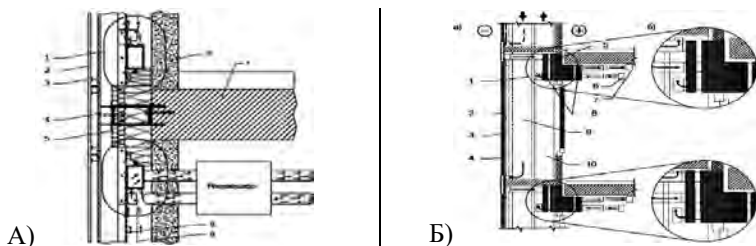


Рис. 1. А) Вариант ЭВОК с креплением в межэтажные перекрытия: навесная фасадная система с одним теплоотражающим экраном; 1 - вертикальная направляющая; 2 - облицовка; 3 - ригель крепления; 4 - кронштейн; 5 - утеплитель; 6 - ограждающая кладка; 7 - плита перекрытия; 8, 9 - наружный и внутренний отражающий экран.

Б) с децентрализованной приточно-вытяжной системой вентиляции (с использованием пространства лоджии): а) зимний режим; б) летний режим; 1- переход в шахту выбросного воздуха; 2- наружная облицовка фасада; 3- теплоотражающий экран; 4- движение приточного воздуха; 5-рекуператор-теплообменник; 6– вытяжная решётка; 7- приточная решётка; 8-секции теплохладоаккумуляторов; 9, 10- вентиляхты с ветровым и вытяжным дефлекторами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Табунщиков Ю. А. Энергетически пассивный многоэтажный жилой дом [Электронный ресурс] / Табунщиков Ю. А., Бродач М. М. // АВОК. – 2013. – №1. – М. : НП АВОК, 1991-. – Режим доступа : https://www.abok.ru/for_spec, свободный. – Загл. с экрана.
2. Абрамян С.Г. К вопросу об энергетической эффективности зданий и сооружений [Электронный ресурс] / Табунщиков Ю. А., Бродач М. М. // Инженерный вестник Дона. – 2017. – №1. – Ростов н/Д. : Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2007-. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/3993>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Абрамян, С. Г. Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии в строительстве : монография / С. Г. Абрамян, Р. Х. Ишмаметов ; М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Волгогр. гос. техн. ун-т. — Волгоград : ВолГТУ, 2018. — 232, [2] с.
4. Ахмяров Т. А. Создание наружных ограждающих конструкций с повышенным уровнем теплозащиты [Электронный ресурс] / Ахмяров Т. А., Спиридонов А. В., Шубин И. Л. // Энергосбережение. – 2014. – №6. – М. : Энергосбережение, 1998-. – Режим доступа : https://www.abok.ru/for_spec/articles/29/5899/5899.pdf, свободный. – Загл. с экрана.
5. Щедрина Г.Г., Моржавин А.В. Некоторые аспекты теплообмена навесных вентилируемых фасадов // Электрика. 2015. № 2. С. 16-19.

Студентка магистратуры 1 года обучения 21 группы ИСА Яковлева А.А.

Научный руководитель – проф., д-р. техн. наук., проф. Р.Р. Казарян

ТЕХНОЛОГИИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПАМЯТНИКОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ XVI-XVIII ВЕКОВ

Сохранение памятников архитектурного наследия - сохранение наследия наших предшественников для будущих поколений. Каждое строение уникально и отражает в себе особенности эпохи, являясь при этом культурным достоянием не только отдельно взятой страны, но и мира. Именно поэтому важной задачей любого государства является реконструкция и реставрация объектов, несущих в себе историческую ценность [1]. Большая часть памятников культурного наследия, уцелевших до наших дней, относится к временному диапазону XVI-XVIII веков.

Процесс реконструкции и реставрации любого объекта культурного наследия начинается с выполнения исследования: экспертной оценки технического состояния памятника. В первую очередь должен осуществляться сбор всей информации об объекте, также выполняется проведение археологических архитектурных и научно-технических исследований [2]. Все это проводится в целях выявления разрушающих факторов, выбора методов из устранения с последующим составлением проектной документации.

У реконструкции и реставрации объектов культурного наследия и обычных строений есть отличие: в случае с памятником важно применение материалов и конструкций, не искажающих его первоначальный вид. Применение новых материалов и конструкций при восстановлении допустимо только тогда, когда это не отразится на историческом облике строения [3]. Также, все работы должны выполняться преимущественно вручную, чтобы не подвергать строение возможному воздействию вибраций.

В ходе проведения работ важным является осуществление визуального исследования. Необходима не только внешняя реставрация памятников и технологии такие как, восстановление лепнины, оштукатуривание, но и реконструкция элементов сооружения, потерявших необходимую несущую способность. Анализ внешнего состояния каменной кладки способен помочь выявить признаки существования важных проблем, таких как слабость грунта основания, возникновение неравномерной осадки строения при различных геологических процессах, деформации фундамента и иные причины, требующие принятия мер по усилению не только конструкции

фундамента и грунта основания, но и восстановлению или усилению каменной кладки в целях предотвращения дальнейшего разрушения памятника культурного наследия.

Первоначально восстановление кладки начинается с отбивки штукатурки и изучения внешнего состояния конструкции стен [4]. Одним из распространенных повреждений является биоцидное загрязнение – поражение грибками, плесенью при возникновении контакта внешними агрессивными факторами. Также, при необходимости выполняется гидроизоляция стен, позволяющая предотвратить дальнейшее разрушение кладки под действием атмосферных осадков или грунтовых вод. Выбор технологии выполнения влагозащиты зависит от конкретного здания и состояния кладки [5, 6].

Часто за время эксплуатации строения каменная кладка претерпевает ряд изменений, таких как крошение, дробление, выпадение кусков кирпича, появление высолов и трещин на его поверхности. При частичном или полном разрушении кирпича применяются 2 основных метода – вычинка и докомпановка; первый подразумевает под собой удаление или замену утраченных кирпичей кладки на новые, близкие по свойствам к первоначальным, второй применяется при неполном разрушении камня, структура восстанавливается специальными растворами – камнезаменителями. Рациональность использования каждого метода определяется для каждого конкретного случая.

Часто под наружной отделкой кирпичных стен скрывается еще один важный недостаток – трещины. В зависимости от конкретной ситуации применяются следующие методы реставрации: инъектирование и усиление конструкции. Возможность использования каждого из методов устанавливается после выявления причин, которые привели к разрушению.

При усилении каменной кладки в памятниках культурного наследия используют металлические накладки из полосовой стали или прокатных профилей, способных укрепить конструкцию стены и прекратить дальнейшее раскрытие сквозных трещин. Усиление ограждающих конструкций повышает их эксплуатационные характеристики и увеличивает срок службы здания.

Особенностью памятников архитектуры XVI-XVIII веков являются массивные стены, толщиной более 1,3 метров. В таком случае инъектирование кладки производится с обеих сторон. Первоначально просверливаются отверстия под устройство пакеров (инъекционных трубок), в которые в последствии будет нагнетаться раствор под давлением. В случае с ограждающими конструкциями памятников архитектуры инъектирование производится от нижнего отверстия к

верхнему. После окончания технологического процесса производят удаление пакеров с последующим замазыванием отверстий гипсовым раствором и очисткой ограждающих конструкций от подтеков. Эффективность инъектирования зависит от физико-механических параметров кладки.

Одними из комбинированных способов реконструкции расслоившейся кирпичной кладки является укрепление системой анкерных стержней и укрепление поперечным армированием. В первом случае анкера располагают по нормали к направлению к плоскости расслоения кирпича.

Для армирования и усиления конструкций применяется исключительно нержавеющей металл. Выполняется это из-за недопустимости развития коррозии в кирпичной кладке, так как последняя может вызвать разрушение конструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 25.06.2002 N 73-ФЗ (ред. от 18.07.2019) "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации"
2. *Леонович С.Н., Полейко Н.Л., Снежков Д.Ю.* Технология реконструкции зданий и сооружений // - 2015 г. 124 с.
3. *Забелина О.Б. Котов В.И.* Восстановление объекта культурного наследия церкви Святых Петра и Павла в г. Белый Тверской области //Перспективы науки: – 2019. – №2 (113) с. 79-85.
4. *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.
5. *Нагаева З.С., Сидорова, В.В., Живица В.В.* РЕКОНСТРУКЦИЯ И РЕСТАВРАЦИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ. М.: Lennex Corp, 2019г. 150 с.
6. *Забелина О.Б., Котов В.И.* Техническое обследование объекта культурного наследия Свято-Духовный храм в с. Шкинъ Коломенского района Московской области // Перспективы науки. 2019. № 12 (123). С. 116-122.

ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ

Фасадные системы является визитной карточкой здания, представляют его декоративный облик, поэтому к наружной стене высокие требования в архитектурном дизайне, а практичная и эффективная наружная стена - это общий успех проекта. Если архитектор выполнит иррациональное убранство и обратит внимание только на внешний эффект, это может отрицательно сказаться на эксплуатационных характеристиках.

Фасадные системы располагаются на внешней стене здания. Все фасады можно разделить на две категории: вентилируемые и не вентилируемые [1, 2]. Вентилируемый фасад является одной из конструктивных разновидностей – это легкая навесная стена с декоративной отделкой, часто используемая в современных крупных и высоких зданиях. Конструкция его состоит из внешних панелей и опорных структур, может иметь способность перемещаться или способность самостоятельно трансформироваться, несёт защитную и декоративную функцию, не отвечающую за роль основной несущей конструкции здания.

Фасады вентилируемого типа монтируются к несущим конструкциям стены при помощи сборного алюминиевого или оцинкованного каркаса (рис.1). Непосредственно вдоль стены выстилают теплоизолирующее покрытие, поверх которого укладывают мембранную ткань, защищающую его от ветра и влаги. Между стеной и смонтированной конструкцией металлического профиля оставляют воздушный зазор [3]. Отделка вентилируемого фасада может быть выполнена из разных материалов: керамогранит, композитные панели, натуральный камень. Область применения – офисные и торговые центры, банки, производственные здания. Элементы не вентилируемого фасада крепятся непосредственно к ограждающим конструкциям. Такая технология отделки используется, как правило, для жилых домов.

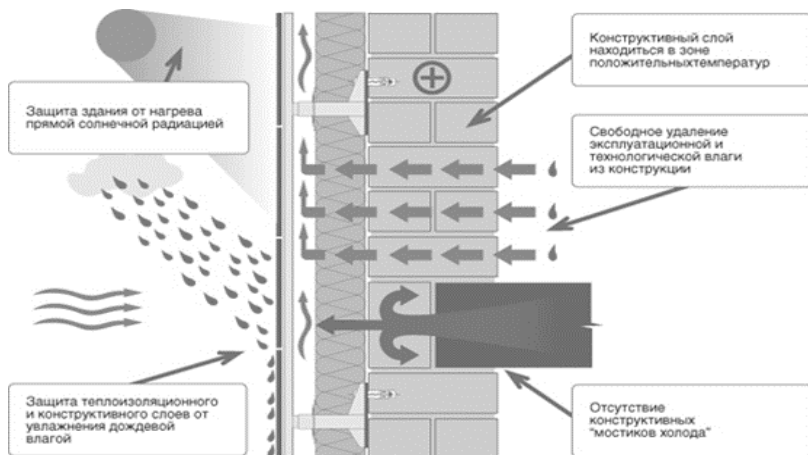


Рис. 1. Схема устройства вентилируемого фасада

Продуманный дизайн фасада может свести к минимуму потребность в энергии и использовать природную энергию для снижения общих затрат, что подчеркивает экономическую цель, а в результате - общие выгоды [4]. Также он создает необходимую систему вентиляции и влагуудаления.

Особенности системы - Все пластины собраны в заводской мастерской с высокой точностью сборки. Быстрая скорость монтажа, короткий срок строительства и удобство для защиты готовой продукции. Он может быть построен синхронно с основной структурой гражданского строительства (поточным методом), что выгодно для сокращения общего периода строительства. Структура имеет встроенную дренажную систему для сбора утечки дождевой воды и воздухопроницаемости. Все стыки плит герметизированы специальными резиновыми полосками, предотвращающими старение, так что навесная стена выполняет функцию самоочистки и поверхность менее загрязнена. Плиты соединяются методом вставки, который имеет сильную сейсмостойкость. Такие фасады долговечны, долго сохраняют презентабельный внешний вид, создают функцию тепло-и звукоизоляции, хорошо защищают стену от неблагоприятных погодных воздействий, их достаточно просто мыть и очищать. благодаря зазору сохраняется хорошая вентиляция здания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ершов М. Н.* Технологические процессы в строительстве: учебник / М. Н. Ершов, А. А. Лapidус, В. И. Теличенко. - Москва: АСВ, 2016. Кн.10 : Технологические процессы отделочных работ. - 2016. - 199 с.
2. *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.
3. *Абрамян С.Г.* К вопросу об энергетической эффективности зданий и сооружений [Электронный ресурс] / Табунщиков Ю. А., Бродач М. М. // Инженерный вестник Дона. – 2017. – №1. – Ростов н/Д. : Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2007-. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/3993>, свободный. – Загл. с экрана.
4. *Забелина О.Б., Парахина А.М.* Основные технологии, применяемые в эко-строительстве: преимущества и недостатки // Проектирование и строительство: Сборник научных трудов 3-й Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров (21 марта 2019 года)/ редкол.: Бакаева Н.В. (отв. ред.); Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2019. - 425 с.
5. *Щедрина Г.Г., Моржавин А.В.* Некоторые аспекты теплообмена навесных вентилируемых фасадов // Электрика. 2015. № 2. С. 16-19.

ПРИМЕНЕНИЕ ФАСАДНОГО ОСТЕКЛЕНИЯ

Переходным слоем из внутреннего пространства в городское является внешняя стена, которая имеет особое значение. Концепция внешней стены стала одной из основных тем в архитектуре. Наружная стена является визитной карточкой здания, должна иметь декоративный облик, поэтому её конструкции и дизайну уделяется особое внимание в проектировании, а логически продуманная и энергоэффективная наружная стена является общим успехом здания [1]. Прозрачность является важной особенностью современной архитектуры. Стекло фасады позволяют визуальное расширить помещение и обеспечить дополнительную вентиляцию. Но одним из недостатков цельностеклянных зданий является то, что зимой легко происходит потеря тепла, а летом происходит быстрый нагрев помещений. Чтобы решить эту проблему, архитекторы потратили много времени и энергии на исследования и в основном решили её с помощью таких методов, как солнцезащитные козырьки, теплоизоляционное стекло и естественная вентиляция. Создание сбалансированной температуры в помещении, независимо от района и времени года, может быть достигнуто только с помощью фасадов с использованием современных технологий. Таким образом, когда характеристики внешней стены и преобразованные температурные условия уравновешены внутри и снаружи, энергопотребление здания значительно снижается. Также следует уделять внимание качеству сборки таких конструкций, так как оно влияет потом на их эксплуатационные характеристики [2].

В настоящее время применяют три основные конструкции фасадного остекления [3, 4, 5]:

- стоечно-ригельная – конструкция состоит из вертикальных стоек и крепящихся к ним горизонтальных ригелей, остекление расположено с внешней стороны конструкции. Система недорогая, проста в монтаже, надежна, устойчива, находит широкое применение: витражное остекление, панорамное, зимние сады и т.п.;

- спайдерная – стекла крепятся между собой при помощи специальных креплений, которые называются «спайдеры». Они могут быть подвижные или неподвижные. Под эти крепления в стеклах делают технологические отверстия. Оптически создается лёгкость конструкции,

можно устанавливать по секциям, ступеням или под углом, хорошо защищают внутренние помещения от природных воздействий;

- система рамного остекления – традиционный способ остекления в алюминиевых рамах. Позволяет проектировать открывающиеся в различных направлениях створки, хорошая теплоизоляция. Примеры использования фасадного остекления.

1. Институт естественных наук, расположенный в Шуре, Франция. Архитектурное проектирование: VBAD (Valentin Bearth и Andrea Deplazes), завершено в 2000 году. Отличительной чертой этого здания является решение для наружной стены: используется крупногабаритное стекло, не используется открытое окно, а вентиляционное окно предназначено для решения проблемы естественной вентиляции. Поток внутреннего ветра ровный, конструкция играет роль двухслойной стеклянной несущей стены. Технология: Вентиляционное окно изготовлено из алюминиевого сплава и приводится в движение приводным валом для управления впускным и выпускным воздухом. Строительные материалы: алюминиевая легированная профильная сталь, вентиляционные жалюзи из алюминиевого сплава, полностью прозрачное безопасное изоляционное стекло, толщина 8мм + 12мм + 8мм.

2. Технический институт, Куфштайн, Австрия, завершен в 2001 году. Архитектурное проектирование: Henke и Schreieck, совместный проект архитекторов, инженеров-строителей и дизайнеров систем кондиционирования воздуха. Технология: система строительства двухслойной стеклянной несущей стены, естественная вентиляция через устройства для крепления стекла на внешней стене и управление приводным валом. Конструкция экономичная, проста в монтаже. Строительные материалы: Наружная стена состоит из алюминиевой легированной стали и 8-мм однослойного безопасного стекла, а внутренняя стенка стеклянной вентиляционной лопасти состоит из окон с деревянным каркасом и теплоизоляционного стекла. Толщина стекла составляет 6 мм + 12 мм + 6 мм. Используется для естественного охлаждения температуры в помещении. Совершенствование проектов с помощью таких технических решений не только снижает общую стоимость строительства, но и энергоэффективно, и защищает окружающую среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ершов М. Н.* Технологические процессы в строительстве: учебник / М. Н. Ершов, А. А. Лapidус, В. И. Теличенко. - Москва: АСВ, 2016. Кн.10: Технологические процессы отделочных работ. - 2016. - 199 с.
2. *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, URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/nbu2019/6054.
3. *Абрамян, С. Г.* Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии в строительстве : монография / С. Г. Абрамян, Р. Х. Ишмаметов ; М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Волгогр. гос. техн. ун-т. — Волгоград : ВолгГТУ, 2018. — 232, [2] с.
4. *Забелина О.Б., Парахина А.М.* Основные технологии, применяемые в эко-строительстве: преимущества и недостатки // Проектирование и строительство: Сборник научных трудов 3-й Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров; Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2019. - 425 с.
5. *Стаценко Е.А., Островая А.Ф., Киселев С.С.* Вентилируемые стеклянные фасады. Параметры воздушного зазора // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 12 (39). С. 32-42.

СЕКЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Студент 4 курса 15 группы ИСА Авагян Т.М.

Научный руководитель – проф., д-р техн. наук, проф. Р.Р. Казарян

ВИБРОЗАЩИТА ЗДАНИЙ, ВОЗВОДИМЫХ ВБЛИЗИ ЛИНИЙ МЕТРОПОЛИТЕНА

За последние 20 лет наблюдается бурный рост городов, связанные с процессами урбанизации, которые изменяют облик городской среды. Для обеспечения жизнедеятельности современного мегаполиса, ведется активное строительство жилых и общественных зданий, а также развитие городской транспортной инфраструктуры - в частности строительство метро.

В крупных городах все чаще наблюдается строительство новых зданий вблизи линий метрополитена, из-за дефицита свободных площадей под застройку. Таким зданиям передаются сильное вибрационное воздействие от движения поездов, которые в свою очередь должны быть изолированы от проникающей вибрации, согласно строительным и санитарным нормам.

Исследования показали, что колебания, передающиеся зданию от метрополитена, по мере удаления от источника затухают. Это связано с неоднородностью среды, пути распространения вибрации: рельс – ограждающая конструкция тоннеля – слой грунта - фундамент здания - строительные конструкции. Во многих случаях, здания, расположенные в непосредственной близости от метрополитена, имеют высокий уровень вибрации, превышающие предельно допустимые в 10-15 раз.

Уровни колебаний в конструкциях зданий различного функционального назначения, имеют свои предельно допустимые значения, которые регламентируются Государственными стандартами (ГОСТ 12.1.012-90) и Санитарными нормами (СН.2.2.4/2.1.8.566-96).

Существует два варианта уменьшения вибрации, это их их изоляция как в источнике вибрации, так и в приемнике. Снижение вибрации в источнике является более предпочтительными и экономически обоснованным. Однако во многих случаях изоляция вибрации в источнике по различным причинам невозможна.

Чтобы защитить конструкции от вибраций, возникающие от движения на рельсовых путях, здание удаляют от источника колебаний. В настоящее время установлено, что ориентировочное значение ширины зоны (полосы) влияния, считая от оси крайнего (внешнего) пути для железнодорожных тоннелей составляет до 40 м [1]. Нередко на практике выполнение данного требования является невозможным.

Для обеспечения нормативных требований по допустимому уровню вибрации, инженеры применяют инновационные материалы и методы проектирования зданий

Для снижения вибрации в основном нашли практическое применение нижеперечисленные способы:

- Использование конструкций зданий и фундаментов, снижающих уровень проникающей вибрации
- Виброизоляция- применение эластичных элементов, устанавливаемых в несущих конструкциях под фундаментной плитой или в конструкциях пола [2].

В условиях динамического воздействия, конструктив монолитного железобетона в сравнении со сборным, более устойчив к вибрациям. Это связано с особенностями динамической работы монолитных конструкций, испытывающих не резонансы, а более «мягкие» резонансные явления [2]. Также в качестве каркаса здания, эффективнее будет выбрать- колонный. Его виброзащитная эффективность увеличивается с увеличением толщины перекрытия, и уменьшением площади сечения колонны. Фундаментную плиту из ж/б всегда рекомендуется выполнять монолитной сплошной. Она имеет большой виброзащитный потенциал, т.к. сглаживает влияние неоднородностей грунтового основания и способствует распределению колебаний по площади фундамента и, следовательно, их снижению [2].

Не всегда обеспечения допустимого уровня вибраций достигается конструктивными мероприятиями, поэтому часто находит применение альтернативный способ – виброизоляция.

Этот способ имеет две разновидности. В первом случае виброизоляторы из резинометаллических элементов устанавливаются в так называемых «вибрационных швах» под несущие стены или колонны, между защищенной и не защищенной частями здания. Во втором случае упругий слой из специального эластомера, на основе пенополиуретанового заполнителя, укладывается на бетонную подготовку под фундаментную плиту. В зависимости от требуемой эффективности мероприятий по виброзащите, выбирается толщина упругой опоры. Чем больше толщина, тем ниже собственная частота системы, и соответственно выше ее эффективность.

Упругие опоры из полиуретановых эластомеров – дают возможность проектировщику создать множество вариантов конструкций виброизоляции. Возможно реализация полноплоскостной, ленточной, точечной конструкции изолирующей опоры.

Отличительное свойство данного материала – это объемная сжимаемость, т.е. даже покрытый оболочкой, материал не теряет своей упругости. Он представляет собой эквивалент пружины, конструктивно

совмещенный с амортизатором. Это представляется возможным за счет комбинации открытых и закрытых пор. Данный материал имеет смешанную ячеистую структуру, и может поглощать некоторое количество воды. Воздействие влаги на статическую и динамическую жесткость очень незначительны даже при полном погружении материала в воду. Какое-либо повреждение материала под действие воды практически невозможно. Частицы грязи тоже не могут попасть внутрь материала благодаря малости размеров пор на поверхности материала [3].

Упругие опоры из эластомеров хорошо зарекомендовали себя в части виброизоляции зданий [4, 5]. Существуют ряд объектов, где применяется данный материал в качестве виброизоляции: г.Москва, ЖК Династия, виброизоляция жилых секций расположенных в непосредственной близости к калининско-солнцевской линии , ст.м. «Хорошевская»; г.Москва, ЖК Фреш, «источник вибрации-две ветки метрополитена (ст. «Зябликово» и «Красногвардская»). Применение упругого эластомера позволило решить вопрос виброизоляции и создать комфорт для жителей новостройки».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Дашевский М.А., Мондрус В.Л., Моторин В.В.* Концепция виброзащиты зданий и сооружений в поле строительных нормативов РФ // Архитектура и строительство. 2018. № 4. С. 109-115.
2. *Волков А.В., Калашикова Н.К., Курнавин С.А., Веретина И.А.*, Виброзащита зданий, расположенных вблизи линий метрополитена // Журнал "Строительные материалы" (09/2005)
3. *Антонян А.Г.* Виброзащита зданий, находящихся в непосредственной близости к объектам метрополитена и железнодорожного сообщения // В сборнике: СБОРНИК СТУДЕНЧЕСКИХ НАУЧНЫХ РАБОТ Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева. 2018. С. 437-439.
4. *Олейник, П.П. Ширшиков Б.Ф.* Состав разделов организационно-технологической документации и требования к их содержанию: учебное пособие / Олейник П.П., Ширшиков Б.Ф. – М.: МГСУ. 2013. –64 с.
5. *Латидус А.А., Говоруха П.А.* Комплексный организационно-технологический показатель эффективности устройства ограждающих конструкций // Строительство и реконструкция. 2015. № 4 (60). –С. 163—167.

Студент 4 курса 14 группы ИСА Аветисян Р.Т.

Студентка 3 курса 15 группы ИСА Билонда Трегубова Е.

Научный руководитель – проф., док. техн. наук, проф. Р.Р. Казарян

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОНОМИКО-ВИЗУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ С ЦЕЛЬЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ

В работе рассмотрена необходимость формирования методов моделирования организации строительства. Рассмотрено представление о экономико-визуальной модели. Представлена принципиальная схема экономико-визуальной модели. Рассмотрены базовые принципы. Вкратце изложена суть функциональных модулей экономико-визуального моделирования. В результате рассмотрена возможность сокращения трудозатрат при разработке проектов за счет внедрения экономико-визуального моделирования.

Исследование известных на сегодняшний день методов моделирования организации строительства и управления инвестиционным проектами, включая проектное управление, информационное трехмерное визуальное моделирование, календарно-сетевое планирование, поточный метод организации работ, нормирование и оценка стоимость труда, а также метод визуального моделирования, показало, что все вышеперечисленные методы имеют свою область использования, но также им присуща некоторая степень ограничения. Достичь максимально возможного эффекта возможно только при совокупном использовании вышеописанных методов, дополняя их методами экономической оценки вариантов организационно-технологических, инженерных, архитектурных вариантов, а также используя методику целесообразного выбора основываясь на экономической эффективности. Совокупное решение, разработанное в целях достижения синергетического эффекта от взаимного применения вышеизложенных методов, назвали как экономико-визуальную модель. Далее будет изложена сущность данного метода [1]. На базе литературного анализа касательно вопроса экономико-визуальной модели были исследованы работы авторов [1-4] за последние 10 лет с использованием метода экономико-визуальной модели при разработке проектной документации. Экономико-визуальная модель является комплексным решением с технической и методической точек зрения. Экономико-визуальная модель-функциональная модель, позволяющая найти невыгодное решение по продолжительности строительства объекта капитального строительства и его стоимости.

Воспользовавшись методом когнитивного моделирования, необходимо учитывать, что в основу данной модели закладывается четыре основных принципа и вводится понимание об оценке степени готовности каждого из этих модулей [1]. В первую очередь принятая модель требует точности и определенности по набору методов решения различных типов задач, например: финансовых, инженерных, экономических, организационно-технологических и архитектурных. Далее необходимо выделить класс задач последующим образом: класс архитектурных задач; класс экономических и инженерных задач; класс организационно-технологических и ресурсных задач; класс финансовых задач. После определения классов необходимо определить: процессы, обеспечивающие эффективное взаимодействие людей при решении задач различных классов; выявить и подобрать набор программ, позволяющие обеспечить автоматизацию строительства и решение поставленных задач [2]. Исходя из назначения экономико-визуальной модели для качественного управления проектом и решением задач вводят функциональные модули: документооборот и базы данных; календарно-сетевой график объекта; трехмерная модель объекта; оценка стоимости труда и нормирование; база материально-технических ресурсов; визуальная модель организации строительства; экономика; финансы; ресурсные сметы [2,5]. Для решения поставленных задач принимаются функциональные модули, которые при практической реализации решаются программными продуктами. Необходимо ответить, что каждый модуль способен обмениваться информацией с другими модулями по заранее заданными алгоритмам и правилам [3]. Такое решение позволяет решить проблему сложных взаимосвязанных процессов при создании объекта на организационно-технологическом уровне, сводить к минимуму появление возможных рисков при планировании и дальнейшей реализации проекта. Принципиальная схема экономико-визуальной модели показана на рис. 1.



Рис. 1. Принципиальная схема экономико-визуальной модели

Результаты

В результате анализа был проанализирован метод экономико-визуального моделирования. В ходе анализа было выявлено, что с использованием данной модели некоторые задачи возможно выполнять автоматически, что в свою очередь снижает трудоемкость на разработку проектной документации. Одновременно решение многих задач возможно выполнять параллельно [3, 4].

Вывод

Элементы экономико-визуальной модели на сегодняшний день применены в практической деятельности некоторых компаний. Наиболее эффективна модель оказалась при разработке и аудите проектов организации. Данная тема является актуальной на сегодняшний день, требует дополнительных исследований, что отразится в последующих работах авторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Султанова И.П.* Анализ методов планирования, управления и разработки организационно-технологических решений в проектах капитального строительства // Вестник МГСУ. 2015. № 7. С. 127—136.
2. *Бачурина С.С., Султанова И.П.* Концепция создания экономико-визуальной модели инструмента повышения эффективности реализации инвестиционно-строительных проектов // Теория градостроительства. 2015. №1. С. 11-14.
3. *Колосова Е.В., Сухачев К.А.* Практика применения технологий календарно-сетевое планирования // К4. Электронный ресурс.
4. *Дикман Л.Г.* Организация строительного производства//Москва: «Академия».2007 – 432 с.
5. *Липидус А.А., Абрамов И.Л., Мартьянова А.А.* Внедрение цифровых технологий в строительную отрасль. Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы – 2019 / Сборник материалов научно-практической конференции. 2019. С. 326-330.

Студент магистратуры 2 года обучения 22 группы институт ИСА

Аманов Р.Р.

*Студентка 2 курса 13 группы ИСА **Бабаева И.***

*Научный руководитель – проф., д-р. техн. наук, проф. **В.О. Чулков***

ПРОБЛЕМА ДЕФИЦИТА ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАСТНИКОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

Сегодня в строительстве можно встретить множество разного рода проблем. Одна из них, всем нам хорошо известная, исполнительная документация, являющаяся неотъемлемой частью как участников строительства, так и самого производственного процесса. Остановимся подробнее на роли исполнительной документации в деятельности каждого из участников строительства, а именно рассмотрим к чему приводит дефицит исполнительной документации.

Подрядчик (генподрядчик) – физическое или юридическое лицо, которое обязуется перед заказчиком выполнить работу в соответствии с договором подряда. Столкнуться с дефицитом исполнительной документации подрядчик может если выполняет работу, где уже ранее до него велись какие-либо строительные работы или же документы были утеряны в ходе выполнения строительно-монтажных работ. Так же возможен такой случай, когда исполнительная документация выполнена некачественно или сотрудники относятся к ней халатно, думая, что главное сама работа, а «бумажки» на втором плане. Нехватка документов или их не читаемость может привести к затруднению планирования хода строительства. Такая же ситуация будет наблюдаться и у субподрядчиков (соисполнителей).

Заказчик – главное звено всего строительного проекта. Для него риск встречи с затруднениями в связи с нехваткой исполнительной документации наиболее велик. Ведь заказчик может являться по совместительству и собственником, поэтому по окончанию процесса строительно-монтажных работ и всех связанных задач на пути к вводу в эксплуатацию здания, проблемы с исполнительной документацией могут возникнуть в любой последующий момент. Путь терний с дефицитом документов для строительства у заказчика возникает уже в процессе СМР, когда происходит переход из одного этапа строительства в другой или при принятии работ у генерального подрядчика.

Технический заказчик — юридическое лицо, нанятое заказчиком. В его обязанности входит очень широкий спектр услуг. Он своего рода дирижёр над оркестром, исполняющего мелодию под названием строительство. По ст.22 Градостроительного кодекса Российской

Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ [2] технический заказчик от имени застройщика:

- заключает договоры о:
 - выполнении инженерных изысканий,
 - подготовке проектной документации,
 - строительстве,
 - реконструкции,
 - капитальном ремонте,
 - сносе объектов капитального строительства;
- подготавливает задания на выполнение необходимых видов работ;
- предоставляет необходимые материалы и документы для подготовки проектной документации;
- утверждает проектную документацию;
- подписывает документы, необходимые для получения разрешения на ввод объекта капитального строительства в эксплуатацию.
Также в его функции может входить:
- проведение экспертизы строительных площадок и хода строительства, т.е. технический надзор;
- организация строительства;
- организация подключения инженерных сетей, т.е. выполнение всех технических условий для этого;
- финансовый контроль.

Даже по не полному перечню его обязанностей, не сложно заметить какой огромный поток бумажной массы проходит через руки технического заказчика. Исполнительная документация тоже не обходит его стороной. Организация строительно-монтажных работ, реконструкции или капитального ремонта будет крайне затруднительна. Особенно если в дефиците акты скрытых работ, без знаний о местоположении проведенных коммуникаций или различных инженерных систем организовывать план работ невозможно. А о вводе в эксплуатацию даже говорить страшно.

Проектные компании и их представители так же не имеют иммунитета перед данной проблемой. В большинстве случаев проектировщик не может 100%-но опираться на проектную документацию и в последствии, из-за отсутствия исполнительной документации, выполнить свою работу качественно и надежно.

Эксплуатирующая организация связана по рукам и ногам, если есть необходимость в проведении реконструкции, капитального или текущего ремонтов, также при возникновении аварийной ситуации, а исполнительная документация не в полном составе. Особенно если это

акт скрытых работ, который в обязательном порядке нужен для планирования и организации работ [4,5]. В случае если здание не находится в аварийном состоянии, реконструкция или капитальный ремонт могут подождать во времени до восстановления утерянных и/или утраченных документов. Но если произошла аварийная ситуация при отсутствии определённых исполнительных актов решить проблемы быстро или найти ответственных за происшествие будет крайне затруднительно.

Анализируя сценарии, при котором в главных ролях дуэт, состоящий из дефицита исполнительной документации и любого из участников строительства, можно сделать вывод, что проблемы, вытекающие из такого дуэта, мало того, что непредсказуемы во времени, они затрагивают каждого. Даже простого гражданина, который приобрёл квартиру. Долевое вложение принесет ему затягивание сроков заселения. Аварийные ситуации доставят неудобство и дополнительные затраты, т.к. решить без исполнительных документов, которые точно указали бы на очаг аварии, не удастся быстро, а чем дольше существует авария, тем больший диапазон она захватывает.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Желиховский Д.О., Артамонова Ю.С.* Инструментарий экспертизы эффективности совместной деятельности участников производственно-образовательного кластера в сфере строительства // News of Science and Education. 2017. Т. 12. № 1. С. 050-053.
2. *Матвеева М.В.* Синхронизация деятельности участников реализации инвестиционно-строительных проектов в жилищном строительстве // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2018. Т. 8. № 2 (25). С. 31-41.
3. *Волошина А.С., Подоба В.А.* Проблемы организации подрядных тендеров // Актуальные проблемы современности: наука и общество. 2017. № 3 (16). С. 24-27.
4. *Шмарко И.К.* Система договоров в строительстве // Закон. 2019. № 2. С. 79-88.
5. *Олейник, П.П. Ширшиков Б.Ф.* Состав разделов организационно-технологической документации и требования к их содержанию: учебное пособие / Олейник П.П., Ширшиков Б.Ф. – М.: МГСУ. 2013. –64 с.

АСПЕКТЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ С ЗАГЛУБЛЕНИЕМ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ БОЛЕЕ 15м

Сегодня мы можем наблюдать тенденцию к реализации все более масштабных и сложных проектов с соответственным усложнением конструктивной составляющей этих объектов. Когда строительство затрагивает уникальные здания и сооружения, которые имеют повышенный уровень ответственности [1], то требования по обеспечению качества и безопасности реализуются с привлечением научно-технического сопровождения проектирования и строительства (далее – НТСС и НТСП). При изучении нормативной документации, были сделаны выводы о том, что в настоящее время существуют только упоминания об обязательном условии проведения научно-технического сопровождении уникальных зданий, но не существует таких важных составляющих как единой программы для проведения НТСП и НТСС уникальных зданий и сооружений с заглублением подземной части более 15 метров; организационно-технологических аспектов НТСП и НТСС, которые в значимой мере влияют на процесс реализации строительного объекта; обязательных для применения документов, в составе которых, содержится исчерпывающая информация о проведении НТСП и НТСС [2, 3]. Под научно - техническим сопровождением понимают комплекс работ научно-аналитического, методического, информационного, экспертно-контрольного и организационного характера, осуществляемых специализированными организациями в процессе изысканий, проектирования и возведения объектов строительства для обеспечения качества строительства, надёжности зданий и сооружений, с учётом применяемых нестандартных проектных и технических решений, материалов и конструкций.

В данной статье рассматриваются работы, которые необходимы для включения в состав работ по НТСП и НТСС. Аспекты НТСП, требующие детальной проработки будут влиять как на процесс строительного производства, способствовав эффективному и рациональному использованию ресурсов в течение него, так и на качество конечного продукта. Особая проектно-конструкторская деятельность - данный аспект включает анализ и проверку созданной при проектировании модели, обоснование заданных на расчетную схему нагрузок, а также разработку проектных решений по защите от прогрессирующего

обрушения здания. Для зданий с большим заглублением подземной части необходимо выявить зону влияния на рядом расположенные здания, смоделировать дополнительные деформации, возникающие в этих зданиях и оценить величину рисков возникновения и влияние на нормальную эксплуатацию. При неудовлетворительных показателях данных рисков требуется разработка комплекса специальных мероприятий, позволяющих защитить конструкции существующих зданий. Так как нормативных требований, которые бы охватывали все мероприятия по обеспечению безопасности в зданиях с заглублением более 15 метров, не достаточно, необходимо разрабатывать специальные технические условия. Важно обеспечить безопасность строительного производства здания: провести анализ всех процессов строительства, соотнести риски, возникающие при строительстве подземных частей при каждом виде работ. Обеспечение безопасности людей при чрезвычайных ситуациях в период эксплуатации также приоритетно. Из-за отсутствия возможности естественной вентиляции под землей, необходимы дополнительные работы по проектированию принудительной системы вентиляции, как для нормального функционирования здания, так и при эвакуации людей в чрезвычайных ситуациях, разработки и применения «умной» системы вентиляции. Что касается аспектов НТСС, то они не дублируют существующий порядок ведения строительного контроля, а только и вносят изменения в целях получения более качественной строительной продукции и сведения затрат на исправление дефектов строительной продукции к минимуму [4, 5]. Организационно-технологические аспекты НТСС для зданий с заглублением 15м можно объединить в следующие группы:

Мониторинг:

- Особо ответственных конструкций;
- Геодезический мониторинг;
- зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства.

Геотехнический мониторинг:

- анализ результатов всех видов геотехнического мониторинга, их сопоставление с результатами прогноза на стадиях НТСП;
- своевременное выявление и контроль над развитием отклонений в поведении грунтов основания, конструктивных элементов ограждения котлована;
- разработка рекомендаций или корректировка проектных решений на основании данных мониторинга при выявлении отклонений от результатов прогноза.

Контроль состава производственной документации:

- внесение изменений и дополнений в ПОС и регламенты;

- участие в разработке ППР, технологических карт;
- проверка рабочей документации;
- контроль ведения исполнительной документации.

Контроль качества СМР:

- технические рекомендации по отдельным видам работ:
 - Арматурным
 - Бетонным
 - Сварочным
 - Гидроизоляционными (при возведении подземной части здания);
- выполнение локальных расчетов при выявлении отклонений от проектных решений или от норм монтажа;
- выполнение контрольных испытаний (материалов/соединений).

Участие в работе приемо-сдаточной комиссии обязательное с правом подписи в приемо-сдаточных мероприятиях. В данной статье были рассмотрены аспекты, которые требуют включения в НТСП и НТСС. Следует отметить, что мы привели только основные аспекты, поэтому в дальнейшем необходимо их более глубокое изучение и расширения для разработки полного объема работ по НТС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ланидус А.А.* Научно-техническое сопровождение изысканий, проектирования и строительства как обязательный элемент достижения требуемых показателей проекта // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. Вып. 11. С. 1428-1437. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.11.1428-1437
2. *В.А. Скакалов, Д.В. Топчий.* Разработка организационно-технологической модели при осуществлении строительного контроля // Научно-техническая конференция по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры: сборник докладов: МГСУ, 2014. - С. 401-403
3. *Олейник, П.П.* Организация строительного производства. Монография /Олейник П.П. – Изд-во АСВ. 2010. – 576 с.
4. *Чурин П.С., Поддаева О.И., Егорычев О.О.* Проектирование макетов уникальных зданий и сооружений в экспериментальной аэродинамике // Научно-технический вестник Поволжья. 2014. № 5. С. 332-335.
5. *Варибрус Д.С., Абакумов Р.Г.* Особенности проектирования и строительства уникальных фундаментов высотного здания «Бурдж Халифа» // Инновационная наука. 2016. № 11-3. С. 136-138.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Монолитный железобетон-это конструкция из железобетона или бетона, которая применяется при строительстве многоэтажных зданий, торговых центров. Он подразумевает заливку конструкции раствором непосредственно на самой строительной площадке. Монолитные технологии гарантируют прочность и надежность домов. Железобетонные монолитные конструкции используются как в промышленном строительстве, так и в гражданском. Сравнительно небольшая стоимость и прочность делает его незаменимым в производственных цехах и при строительстве высотных зданий. На сегодняшний день данный материал является одним из главных для возведения скелета(каркаса) многоэтажных строений.

При производстве монолитных железобетонных конструкций сначала строят арматурный каркас, затем сооружают опалубку вокруг каркаса, заливают в форму предварительно приготовленный бетон, уплотняют поверхностными и глубинными вибраторами, ждут необходимый период времени и продолжают строительство. Данная технология редко применяется для строительства малоэтажных домов, так как наибольшую эффективность она показала при проектировании и строительстве высотных зданий. К примеру, такие здания, как башня “Бурж Дубай” (ее высота составляет 818 м), небоскреб Тайбэй 101 (высотой 507,77 м), два небоскреба нефтяного концерна “Петронас” (высотой 432 м). Также и в России все чаще применяется монолитный железобетон при возведении многоэтажных зданий и сооружений.

Строительство современных высотных зданий связано с соблюдением технологии производства, к ней относится: монтаж арматуры, монтаж опалубки и лесов, укладка и уплотнение бетонной смеси с применением мощных бетононасосных установок, так как подавать бетон требуется зачастую на значительное расстояние, в том числе с подъемом на этаж. К таким установкам относятся автобетононасосы и стационарные бетононасосы. При монолитном строительстве, от соблюдения технологии производства зависят многие характеристики, например, влажность, прочность, жесткость бетонированной конструкции, звукоизоляция, теплопроводные

показатели и др. Сам процесс делится на три основных этапа: армирование, устройство опалубки, приготовление и укладка бетона. При выполнении любых работ, связанных с подачей бетона на высоту, подача раствора может осуществляться при помощи оборудования, установленного на нулевой отметке, поэтому необходимость в подъемных механизмах также отпадает, а значит и затраты на строительство сокращаются.

Автобетононасос используется для перекачки бетона в автоматическом режиме. В машине есть распределительная стрела, состоящая из насосной установки, бункера для приема бетона и шланг-хобот. Подача раствора возможна различными способами. Данная машина незаменима при подаче бетона на высоту, также она требуется в тех случаях, если стройплощадка расположена далеко от первой линии.

Стационарный бетононасос представляет собой прицеп с установленной на нем насосной станцией, транспортировка которого осуществляется тягачом. Он применяется для подачи раствора вертикально вверх и по горизонтали. Одним из плюсов его использования: строительство здания без привлечения автобетононасосов. В отличие от стационарных установок, автоматическое оборудование позволяет избежать перемещения установки и привлечения тяжелого транспорта, демонтажа бетоновода, перемещения распределительных стрел.

Главным требованием для бетононасосов является транспортировка бетона и укладка его с высокой эффективностью и при минимальных затратах на персонал, а также подача бетона на большие расстояния как по горизонтали, так и по вертикали. Все технологические передель подлежат тщательному контролю. Применяют в основном две технологические схемы доставки бетонной смеси:

- в автобетоносмесителях
- автосамосвалом (транспортировка в самосвальных машинах и контейнерах, бадьях, бункерах, установленных на бортовые машины)

Организационные требования:

1. Все работы осуществляются в соответствии с рабочими чертежами, с соблюдением требований СНиП.
2. Своевременное оформление необходимой документации.
3. Проведение первичного инструктажа.
4. Разработка графика работы членов бригады.
5. Соблюдение требований безопасности и охраны труда.

Доставка на строительную площадку, а также разгрузка бетонного раствора являются важными этапами. Соблюдения условий доставки определяет качество смеси, следовательно, прочность готовой конструкции. Рационально подобранные механизмы для подачи определяют темпы строительных работ, количество трудовых затрат, следовательно, себестоимость работ.

В результате исследования машин для подачи и бетонирования высотных зданий было выяснено, что на сегодняшний день наиболее эффективной машиной является стационарный бетононасос, которые обладают наиболее высокими характеристиками среди используемых механизмов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Староста Н.А.* Обоснование применения облегченных монолитных железобетонных перекрытий // Молодой ученый. 2019. № 6 (244). С. 22-28.
2. Возведение монолитных конструкций зданий и сооружений : монография [Текст] : монография / [П.П. Олейник и др.]; под общ. ред. П.П. Олейника ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. - Москва : Издательство МИСИ–МГСУ, 2018. - 493 с.
3. *Куракова О.А.* Бетонирование монолитных конструкций и оптимизация решений интенсификации твердения бетона // Экономика и предпринимательство. 2018. № 4 (93). С. 1215-1217.
4. *Пономарев М.Ю.* Применение «безотделочной» технологии возведения монолитных конструкций // В сборнике: АРХИТЕКТУРА - СТРОИТЕЛЬСТВО - ТРАНСПОРТ Материалы 74-й научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов университета, в 2-х частях. 2018. С. 90-95.
5. *Анисимова Е.Ю.* Некоторые аспекты реализации оптимального режима прерывистого отопления зданий // В сборнике: Строительство и экология: теория, практика, инновации Сборник докладов I Международной научно-практической конференции. 2015. С. 54-56.

Студентка 3-го курса 15 группы института ИСА Билонда Трегубова Е.

Студент 4-го курса 14 группы института ИСА Аветисян Р.Т.

Научный руководитель – проф., д-р. техн. наук, проф. Р.Р. Казарян.

ВИРТУАЛЬНАЯ И ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В данной исследовательской работе дано определение виртуальной и дополненной реальности и их отличия. Рассмотрена реализация данной технологии на различных этапах строительства. Выявлены их преимущества и недостатки.

Виртуальная реальность (VR), как всем известно, использовалась в игровой индустрии. Но сейчас она стала востребованной в строительной сфере. VR – созданный мир техническими средствами, передаваемый пользователю через его чувства (слух, зрение и др.). В строительстве данная технология может повлиять на ряд проблем в строительстве [1].

Дополненная реальность (AR) – это результат введения в поле зрения сенсорных данных для дополнения сведений об окружении. Различия виртуальной и дополненной реальности в том, что VR воспроизводит полностью цифровой мир, без доступа к реальному миру, а AR дополняет реальный мир компонентами цифрового мира, изменяя пространство вокруг пользователя [1].

Актуальность данной технологии заключается в повышении эффективности строительного процесса, обеспечив удобство и доступность практически для каждого участника данного процесса, а также в необходимости изменения технологического процесса в строительных отраслях из-за внедрения новейших технологий.

Целью данной статьи является рассмотрение эффективности данной технологии в строительстве.

На основе литературного исследования по части вопроса технологии виртуальной и дополненной реальности были изучены работы авторов [1-5] за последние 5 лет с использованием различных методов их реализации.

Рассмотрим различные методы, которые позволяют сделать строительство более простым и эффективным. Технологии виртуальной и дополнительной реальности позволяют увидеть 3D-модели прямо на чертеже. Это позволит строителям увидеть здание еще до начала возведения. Для заказчика, рассмотренная технология позволит увидеть с помощью специальных устройств или мобильного телефона, может пройти внутри еще не построенного объекта, выбрать цвета интерьера, мебель и многое другое. Архитекторы также могут использовать данную

технологии при выборе материалов, а также при планировке территории [2].

Виртуальная модель здания может накладываться на фактическую строительную площадку, позволяя рабочим увидеть части конструкции в том месте, где они должны быть установлены (например, трубы, воздуховоды еще до монтажа). Они могут проводить высокоточные измерения, видеть места, которые нуждаются в усилении. AR позволяет обеспечить доступ всех членов команды [3].

Технология виртуальной и дополненной реальности может увеличить безопасность рабочих на рабочем месте. Она позволяет команде подготовиться и проверить территорию на наличие угроз до начала работы. Во время земляных работ VR и AR позволяют управлять землеройными и землеройно-транспортными машинами без нахождения водителя внутри кабины. Это полностью исключает получения травмы в результате аварии водителя [3].

Результаты

В результате исследования были выявлены преимущества и недостатки [4].

Преимущества:

- взаимодействие с объектом до начала работ;
- объединение всей команды проекта;
- возможность быстро вносить корректировки на любом этапе строительства;
- безопасность рабочих;
- отсутствие чертежей.

Недостатки:

- технологические ограничения и несовершенство ПО;
- недостаток качественного контента;
- высокая стоимость;
- отсутствие квалифицированных кадров;
- негативное влияние на здоровье.
- использование особенного оборудования и специального программного обеспечения.

Главным недостатком данной технологии заключается в недостаточность ее разработки для отслеживания комплекса работ по возведению монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Авторами [5] рассмотрена возможность о повышении эффективности возведения монолитных зданий с помощью виртуальной и дополненной реальности. Например, при приготовлении бетонной смеси рассмотренная технология позволит исключить ошибок при расчете пропорций цемента, заполнителя, воды и обеспечит качественную смесь. При транспортировании бетонной смеси виртуальная и дополненная

реальность могла бы исключить расслоения бетонной смеси путем определения уровня тряски и вибрации. При установке опалубки она позволила бы снизить вероятность отклонения от проектного положения. Во время изготовления и установки арматуры виртуальная и дополненная реальность позволит рассмотреть мельчайшие следы коррозии. В процессе укладки бетонной смеси можно выявить наличие грязи и устранить ошибки, отслеживание процесса набора прочности бетона [5].

Вывод

В современном мире инновационных изобретений, технологии, позволяющие рассмотреть объект строительства на этапах планирования и проектирования, позволят уменьшить количество ошибок и рисков на данных этапах. Внедрение данной технологии позволит сократить затраты труда работников, материальные ресурсы, а также время на всех этапах строительства объекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лapidус А. А., Мирзаханова А. Т., Аветисян Р. Т., Казарян Р. Р. Применение и использование технологии виртуальной реальности в строительстве // Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы – 2019. С. 357-359.
2. Лapidус 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. Негодин В.А. Использование технологии дополненной реальности в строительстве // Форум молодых ученых – 2019. С. 198-200.
4. Иванова А.В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения // Стратегические решения и риск-менеджмент – 2018. С. 88-107.
5. А.О. Хубаев, С. С. Саакян. Повышение эффективности возведения монолитных конструкций с применением технологии виртуальной и дополненной реальности // Известия ТулГУ. Технические науки. 2019. Вып. 12. С. 492-495.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОГРАНИЧЕНИЙ, ВЛИЯЮЩИХ НА СРОКИ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ

В настоящее время, жилой и производственный фонд Российской Федерации требует значительных обновлений. Большинство зданий, построенных на территории страны, являются постройками, у которых срок эксплуатации заканчивается или подходит к концу. Здания со временем теряют свою конструктивную прочность, энергоэффективность и морально устаревают. Инженерные коммуникации и мощностные характеристики не соответствуют современности, а большинство из них имеют аварийное состояние. Также некоторые элементы инженерных систем и коммуникаций (водоснабжения, канализация, газоснабжение) до сих пор отсутствуют. Эстетические облики зданий не обновлялись со времен введения объекта в эксплуатацию. Требования пожарной безопасности были выполнены согласно нормативно-технической базе документов времен постройки зданий.

Согласно отчету, представленной Счетной палатой Российской Федерации, регионы не справляются со своими задачами по организации и проведению ремонтных работ. По данным Федеральной службы государственной статистики и Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации объем жилого фонда, имеющего износ от 65% до 71 % [3] и выше, не только не сокращается, а наоборот имеет тенденцию к увеличению.

В настоящее время существуют проблемы в необходимости реализации ремонтных работ и капитального ремонта, а также сокращение его объемов.

Для решения данных проблем поддержания здания в работоспособном состоянии существует комплекс организационно-технических мероприятий, объединенных в одно общее название – ремонтные работы. Основной задачей ремонтных работ является восстановление эксплуатационного ресурса зданий. Замена систем инженерного обеспечения, а также, при необходимости, замены конструктивных элементов, для улучшения эксплуатационных показателей зданий.

Обращаясь к определению ремонтных работ можно встретить следующую трактовку данного термина. Согласно ведомственным строительным нормам [2]:

Ремонт зданий – это комплекс работ и организационно – технических мероприятий по устранению физического и, отчасти, морального износа, не связанных с изменением основных технических характеристик зданий.

Так как большинство ремонтных работ, возникает на уже построенных и эксплуатируемых зданиях, то возникает ряд сложностей по проведению данного вида работ. Для определения этих сложностей введем понятие «жестких ограничений»:

Ограничения - наличие установленных законом или уполномоченными органами в предусмотренном законом порядке условий, запрещений, стесняющих застройщика или генподрядную организацию проводить ремонтные работы.

Данные ограничения влекут за собой определенные факторы, которые в первую очередь отражаются на сроках проведения ремонтных работ. Поэтому под определением «жестких ограничений» рассмотрим следующие факторы:

1. Проведение строительно-монтажных работ в условиях ограниченного пространства.

Данный фактор определяется в первую очередь - территориями ранее действующих предприятий. В виду того, что работы обязаны совмещаться в пространстве уже со сложившимся во времени участком проведения работ и генеральным планом предприятия, это влечет за собой следующее:

- нарушения общепринятой организации и технологии строительно-монтажных работ;
- затруднение использование определенных средств механизации;
- сложности при организации материально-технического обеспечения.

Из вышеизложенного фактора, который может привести к увеличению сроков ремонтных работ, возникает еще один немаловажный фактор:

2. Выполнение ремонтных работ, на территории действующего режимного объекта.

При проведении ремонтных работ на территориях действующих предприятий одним из немаловажных факторов является – устав режимного объекта. Данный фактор приводит к следующим условиям:

- Необходимо составить порядок согласованных действий между ответственными представителями от администрации предприятия-застройщика и лица, осуществляющего производство работ;
- Весь объем производственной документации (проект организации строительства, проект производства работ,

технологические карты) разрабатываются в соответствии материалами и результатами обследования действующего предприятия [1];

– увеличение сроков проведения ремонтных работ, в соответствии с графиком работы режимного объекта.

3. Высокая трудоемкость работ при проведении работ по демонтажу.

Демонтажные работы характеризуются двумя основными показателями: большой сметной стоимостью и высокой трудоемкостью. Наиболее трудоемкими работами будет являться уборка демонтируемых частей, транспортирование материалов от разборки и строительного мусора. Здесь же стоит отметить, что ввиду ограниченности на уже существующих объектах, возникает необходимость применения непосредственных затрат ручного труда.

На сегодняшний день актуальность данной темы набирает все большее внимание специалистов строительной отрасли. Ведь то, что когда-либо было построено, со временем необходимо будет ремонтировать. Поэтому следует уделять большое внимание приведению жилых домов в состояние, которое обеспечивает комфортное и безопасное проживание граждан.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *СП 48.13330.2011* Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004.
2. *ВСН 58-88(р)/Госкомархитектуры* Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения 1989
3. «Анализ хода реализации региональных программ по проведению капитального ремонта общего имущества многоквартирных домов с учетом необходимости решения задач по модернизации жилого фонда, включая повышение его энергоэффективности, в 2018 году и истекшем периоде 2019 года» // Счетная палата, Москва 2019г.
4. *К.А. Шрейбер*, Технология и организация ремонтно-строительного производства. Научное издание. – М.: Издательство АСВ, 2008 – 296с
5. *Sinenko S, Zhadanovsky B., Obodnikov V. Construction machines requirement for the building site// Web of Conferences Vol.110, 01036 (2019) 2019 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911001036>.*

ПЕРЕРАБОТКА СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В НОВОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Реализация повышения ресурсоэффективности и минимизации отходов потребления и производства является релевантным в достижении совокупности важных социо-эколого-экономических аспектов устойчивого развития. Настоящая работа направлена на анализ принципов организации переработки строительных отходов и формирование предпосылок для модернизации организационно-технологической системы обращения с отходами строительства и сноса. Строительные отходы образуются практически на всех этапах жизненного цикла зданий и сооружений. Как правило, до начала работ по нулевому циклу на участке нового строительства осуществляется подготовка территории, включающая в себя разборку и демонтаж существующих зданий и сооружений. Проведение практически любых видов строительных работ сопровождается образованием тонн отходов, которые зачастую вывозятся на несанкционированные свалки, а при ответственной организации обращения с отходами – на специальные комплексы, осуществляющие переработку отходов потребления и производства, и полигоны. [1-3]. По результатам анализа организации обращения с отходами была составлена таблица 1 (в таблице приведены наиболее часто встречающиеся в ходе жизненного цикла зданий и сооружений отходы).

Таблица 1

Образуемые отходы строительства и сноса и категория объекта, на который осуществляется вывоз

Этап жизненного цикла	Вид образуемых отходов строительства и сноса	Категория объекта, на который осуществляется вывоз отходов
Строительство	Отходы строительного щебня незагрязненные	Комплекс по рекуперации отходов
Строительство Ремонт/реконструкция Демонтаж/снос	Лом асфальтовых и асфальтобетонных покрытий	Дробильно-сортировочный комплекс

Демонтаж/снос	Лом кирпичной кладки от сноса и разборки зданий	Комплекс по рекуперации отходов
Реконструкция Демонтаж/снос	Лом строительного кирпича незагрязненный	Комплекс по рекуперации отходов
Реконструкция Демонтаж/снос	Лом ж/б изделий, отходы ж/б в кусковой форме	Дробильно-сортировочный комплекс
Реконструкция Демонтаж/снос	Лом бетонных изделий, отходы бетона в кусковой форме (от разборки)	Дробильно-сортировочный комплекс
Строительство Ремонт	Продукция из натуральной древесины, утратившая потребительские свойства, незагрязненная	Комплекс по рекуперации отходов
Строительство Ремонт/реконструкция Демонтаж/снос	Отходы теплоизоляционных материалов на основе минерального волокна	Комплекс по рекуперации отходов
Строительство Ремонт/реконструкция Демонтаж/снос	Отходы штукатурки затвердевшей малоопасные	Комплекс по рекуперации отходов
Строительство Ремонт/реконструкция Демонтаж/снос	Лом черепицы, керамики незагрязненный	Комплекс по рекуперации отходов
Ремонт/реконструкция Демонтаж/снос	Керамзит, утративший потребительские свойства, незагрязненный	Комплекс по рекуперации отходов
Строительство Ремонт/реконструкция Демонтаж/снос	Лом и отходы изделий из полистирола незагрязненные	Комплекс по рекуперации отходов
Строительство Ремонт/реконструкция Демонтаж/снос	Отходы кровельных и гидроизоляционных материалов	Комплекс по рекуперации отходов

<p>Строительство Ремонт/реконструкция Демонтаж/снос</p>	<p>Лом и отходы, содержащие незагрязненные черные металлы в виде изделий, кусков несортированные</p>	<p>Пункт приема металлолома</p>
---	--	---------------------------------

В настоящее время имеется тенденция отказа от утилизации и размещения отходов на полигонах и постепенного увеличения количества отходов, перерабатываемых во вторсырьё. При этом имеет место необходимость модернизация технологий и обновление нормативной базы. В развитых странах набирает популярность переработка отходов непосредственно на строительной площадке посредством применения современных дробильно-сортировочных установок, с помощью которых возможно осуществить переработку ряда отходов, указанных в таблице 1 [1,4,5]. Таким образом, вариативность практической возможности вторичного использования отходов строительства порождает необходимость разработки комплексных рекомендаций по выбору технологий переработки строительных отходов для создания материалов и изделий для нового строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кравцова М.В., Васильев А.В., Кравцов А.В., Носарев Н.С.* Анализ методов утилизации отходов строительства с последующим вовлечением их во вторичный оборот // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук.* 2015. №4(4). С. 804-809.
2. *Березовский С.Н.* Использование местного сырья и вскрышных пород для производства строительных материалов // *Вестник Белорусско-Российского университета.* 2011. №32 (32). С. 157-158.
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.

ОТДЕЛОЧНЫЕ РАБОТЫ МЕСТ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЖИЛЫХ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ В ГОРОДЕ МОСКВЕ

В настоящее время в связи с увеличением темпов многоэтажного гражданского строительства в Москве, появлением на строительном рынке новых материалов стремительно меняются вкусы и требования заказчиков. Помещение общественного назначения – это помещение, предназначенное для осуществления в нем деятельности по обслуживанию жильцов дома, имеющее отдельный вход с прилегающей территории и (или) из жилого здания. [1] Отделка мест общего пользования становится визитной карточкой домов не только высокого ценового сегмента, но и комфорт- и даже эконом-класса. При отделке МОПов следует соблюдать не только эстетичность, но и все требования ГОСТ, а так же обеспечить максимальное удобство для маломобильных граждан. Поэтому на рынке жилья все больше начинают уделять внимание качественной отделке МОПов. Перефразируя известное выражение, что «театр начинается с вешалки», мы можем с уверенностью и полной ответственностью сказать, что знакомство с домом начинается с МОП. И, соответственно, качественно, красиво и эстетически оформленные места общего пользования позволяют подготовить благоприятную почву для общего восприятия дома. Дизайн - проект МОП, как визитной карточки дома, надо разрабатывать по индивидуальному проекту в сочетании с общей конструкцией наружной и внутренней отделкой всего дома.

Документы на сдачу проекта в эксплуатацию в основном обращают внимание на санитарные и противопожарные требования [2], значит, по документам, можно строить здание без определенной отделки. Изучая нормативно-правовую базу, можно сделать вывод, что сегодня нет каких-либо четких указаний по отделке МОП, а есть только методические рекомендации. Строители могут делать отделку исходя из своего личного опыта. Много фирм занимается отделкой помещений и стоимость их не всегда совпадает со стоимостью по ГЭСН. Проведя исследование, я представляю некоторые варианты по отделке мест общего пользования многоэтажного строительства, сравнивая цены по ГЭСН и среднюю стоимость по городу Москва.

Таблица 1

МДС	Варианты по отделке пола	Экономическая эффективность			
		Состав звена	Виды работ	ГЭСН (руб)	Ср. по МС К
СНиП 2.03.13-88 Полы	Кафельная плитка Плюсы: не скользит, удобно мыть, не требует квалификации рабочих Минусы: легко расколоть, единство может нарушиться	Облицовщик-плиточник 4 разр.	Заливка стяжки пола цементной смесью	214	250
			Подготовка оснований	17	100
			Облицовка пола	105	690
			Устройство плинтусов	230	220
			Итого на 1 м ²	~566	1260
ЕНиР Сборник Е19. Устройство полов	Керамогранит Плюсы: прочная, стойкая, цвета, твердая структурная поверхность, не скользит Минусы: стоимость, особенности в укладке	Облицовщик-плиточник 4 разр.	Выравнивание	17	100
			Облицовка керамо-том	271	690
			Устройство мастики	94	180
			Устройство плинтусов	230	220
			Итого на 1 м ²	~612	1190
Сборник ГЭСН-11 Полы	Коммерческий линолеум Плюсы: не стирается, не скользит, высокая износостойкость Минусы: однообразность, ширина ограничена, стоимость	Облицовщик синтетическими мат-ми 4 разр.	Настил коммерческого линолеума с полным приклеиванием и горячей сваркой	9,72	600
			Итого на 1 м ²	~ 9,72	600
МДС	Варианты по отделке стен	Экономическая эффективность			
		Состав звена	Виды работ	ГЭСН (руб)	Ср. по МС к
ЕНиР сборник Е8	Штукатурка Плюсы: ровность, опрятность, покраска, устойчива	Штукатурщик 2 разряда –	Выравнивание	6,87	160
			Оштукатуривание	16,82	240
			Покраска	1,53	80

	<i>Минусы:</i> медленность, плохо сцепляется с бетонным основанием	Штукатур 3 разр. – 1	Итого на 1 м ²	~30	~480
	Плитка или керамогранит <i>Плюсы:</i> Практична в уходе, можно мыть и протирать <i>Минусы:</i> :дорого, хрупкость	Облицовщик-плиточник 4 разр.	Выравнивание	6,87	150
Нанесение насечек			3,16	90	
Отделка			23,36	790	
Итого на 1 м ²			~33,4	1030	

В таблице не учитывается коэффициент оплаты труда рабочих ГЭСН. Сейчас нет четких правил по выбору наиболее оптимальных организационно-технологических решений, следует учитывать административный статус городов и сельских поселений, прогнозируемую численность населения, экономическую базу, местоположение и роль в системе расселения и т. п. [7]. Вывод - стоит создать единую базу по требованиям отделки МОП, иначе строительные компании имеют полное право сдавать объекты без предварительной отделки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гончаренко О.А., Кочеткова М.В. Виды и методы контроля качества строительных работ защитно-отделочного цикла // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5-1 (37). С. 18.
2. Ахмед Абдульсахиб А.А. Методы организации поточного производства отделочных работ // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. 2013. № 60. С. 112-117.
3. Амиров Ю.Г. О подготовке инженеров по специализации «ремонтно-отделочные работы» // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 4. С. 71-72.
4. Шкрабак В.С., Лихобабина Е.Н. О состоянии охраны труда при ремонтно-отделочных работах зданий жилых домов в ООО «ТМПС» // Вестник Студенческого научного общества. 2013. № 1. С. 309-311.
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 (125). С.29-35.

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ПОД КАРСКАС ЗДАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Рациональный метод бетонирования устанавливается отдельно в каждом конкретном случае. Бетононасосы выполняются стационарными или на автомобильном шасси и используются в комплекте с бетоноводами и раздаточными устройствами: автономными стрелами и раздатчиками (распределителями) [1]. Бетоновод состоит из отдельных звеньев труб, плотно соединенных между собой через прокладки и зажимы. При бетонировании бетононасос по бетоноводам способен подавать бетонную смесь до 300 м по горизонтали или до 80 м по вертикали. Бетоноводы прокладывают сначала до самого дальнего участка бетонирования, затем, по мере распределения бетонной смеси, их поэтапно разбирают, демонтируя наиболее удаленные звенья труб. Передвижные бетонораздаточные стрелы устанавливаются совместно с бетононасосом на автомобильном шасси. Данный комплект называется автобетононасосом. Предназначение данного комплекта – это подача бетонной смеси к месту укладки как по вертикальному положению, так и по горизонтальному. Высота подачи от 10 до 65 метров, дальность - до 60 метров. По стреле, состоящей из шарнирно-сочлененных секций, проходит бетоновод, заканчивающийся гибким распределительным рукавом или трубой (бетоноводом) при напорном методе бетонирования. Бетонные смеси должны удовлетворять следующим требованиям удобоперекачиваемости, то есть иметь свойство не расслаиваться и не создавать пробок во время транспортирования по бетоноводу [2]:

- подвижность бетонной смеси в бункере бетононасоса от 6 до 14 см;
- максимальная крупность заполнителя менее 70 мм;
- водоцементное отношение (В/Ц) менее 0,75;
- количество пылевидных, глинистых и илистых частиц в песке не должно превышать 7%. Модуль крупности песка от 1,8 до 2,2;
- содержание песка в смеси более 40%, щебня- 60%.
- для лучшего перекачивания бетонной смеси в нее следует вводить пластифицирующие или пластифицирующе-воздухововлекающие добавки в количестве от 0,1 до 0,2%.

Предварительно через бетоновод необходимо пропускать пусковую смесь, которую следует изготавливать вручную из вяжущего и воды или цементно-песчаного или известково-песчаного раствора в соотношении 1 к 1 с подвижностью 7 см., с целью уменьшения трения готовой

бетонной смеси о стенки бетоновода. При работе бетононасоса должна быть обеспечена непрерывная подача готовой бетонной смеси, для предотвращения образования пробок и застоев. Это достигается путем образования достаточного пространства для передвижения автобетоносмесителей вблизи автобетононасоса и своевременного пополнения его бункера для обеспечения его бесперебойной работы.

Фундаменты под технологическое оборудование отличаются рядом специальных требований, предъявляемых к ним. Большую нагрузку на фундамент оказывает оборудование, закрепленное на нем, которое создает динамическую нагрузку, что оказывает не меньшее влияние, чем статическая нагрузка. Цемент, применяемый в железобетонных фундаментах для станков, бывает разных типов в зависимости от их массы и от технологического решения. При определении расположения оборудования следует учитывать следующие факторы: фундамент не должен соприкасаться со стенами, колоннами или внутренними перегородками здания [3]. В противном случае, вибрация может оказывать влияние на основание несущих стен, колон или перегородок. Фундамент необходимо проектировать так, чтобы он выступал за края станины более чем на 20-30 см. Под общим армированием по подошве массивного фундамента понимается конструктивное армирование и местное под неподвижными основаниями машин. Внутренние полости образованные в фундаменте под оборудование заполняют бетоном, укладывая раствор слоями по 10-15 сантиметров. В конце бетонирования в верхнюю часть заливки вводят фундаментные болты. Главные условия проектирования фундаментов под технологическое оборудование:

1. На технологические процессы, оборудование и приборы, расположенные на фундаменте или вне его, а также на находящиеся вблизи конструкции зданий и сооружений, не должно оказываться вибровлияние.

2. Класс бетона по прочности на сжатие для монолитных фундаментов должен быть не ниже В12,5. При одновременном воздействии на фундамент динамической нагрузки и высоких температур класс бетона должен быть не ниже В15.

3. Допускается проектирование фундаментов отдельно под каждое технологическое оборудование или под несколько типов оборудования.

4. Фундаменты машин, должны быть отделены сквозным швом от смежных фундаментов здания, сооружения и оборудования, а также от пола.

Рекомендуется предусматривать виброзащиту с целью снижения вибраций от фундаментов под технологическое оборудование с динамическими нагрузками (виброизолирующие фундаменты, динамические гасители и др.) [4].

При укладке бетонной смеси автобетононасосом бетонную смесь укладывают горизонтальными слоями толщиной 0,3 - 0,5 м. Все слои бетона последовательно подвергаются виброуплотнению. Глубина погружения наконечника вибратора при послойном уплотнении должна погружаться в предыдущий слой на 7-9 см, а зона действия вибратора на следующей позиции не должна быть удалена от предыдущей более чем на 1,5 радиуса его действия. Касание вибратора к арматуре недопустимо, с целью предотвращения ее смещения. Вибрирование стоит прекратить в том случае если на одной позиции заканчивается оседание бетонной смеси и происходит появление цементного молока на поверхности бетона [5]. Несравненным плюсом бетонирования с помощью автобетононасоса является высокий уровень производительности при больших, непрерывных, преимущественно горизонтальных площадях. Но бетонную смесь с помощью бетононасосов нерационально доставлять на высокие здания, в противном случае придется подключать несколько бетононасосов последовательно. Так же следует отметить, что использование автобетононасоса подразумевает его своевременную чистку, и особые требования к составу бетонной смеси.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гусев Б.В., Фаликман В.Р.* Бетон и железобетон в эпоху устойчивого развития // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 2. С. 30-38.
2. *Тамразян А.Г.* Бетон и железобетон: проблемы и перспективы развития // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 7. С. 51-54.
3. *Жолобов А.Л., Жолобова О.А.* Многокритериальный выбор способа подачи жесткой бетонной смеси к месту укладки при устройстве малозаглубленных фундаментов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2016. № 4 (18). С. 31-33.
4. *Говоруха П.А.* Локальный организационно-технологический потенциал, как комплексный показатель эффективности устройства ограждающих конструкций жилых зданий // Научное обозрение 2017. № 13. –С.11-16.
5. *Павлючук, В.И.* Организационные основы управления производственным потенциалом строительных предприятий: дис. канд. техн. наук: 05.02.22 / Павлючук Валентина Ивановна. – Брест. 2002. –155 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ФИБРОЛИТА В КРУПНОПАНЕЛЬНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Уникальное соединение древесного волокна и неорганического вяжущего вещества придает фибролиту целый набор эксплуатационных качеств и свойств. Прочность, жесткость, огнестойкость, звукоизоляция, морозостойкость, теплоизоляция и экологическая безопасность позволяют расширить сферу применения этого материала в строительной отрасли.

За счет 60% содержания древесного волокна фибролит обладает пористой структурой и способен аккумулировать в 20 раз больше тепла, в отличие от других теплоизоляционных материалов [1].

40% в составе фибролита занимает цементное вяжущее, что придает материалу прочностные свойства и делает его устойчивым к влаге, т.к. плотное сцепление вяжущего с древесным волокном защищает панели от воздействия мороза. За счет совместной работы цемента и древесины при перепаде температур разрушение плит не происходит. Также содержание цемента предотвращает его горение и позволяет отнести фибролит к слабогорючим материалам (Г1). При воздействии открытого пламени плита не загорается, а обугливается и тлеет, что помогает избежать распространения огня [2].

В крупнопанельном строительстве фибролитовые плиты достаточно эффективно могут быть использованы в качестве утеплителя стеновых панелей из железобетона. Их использование позволяет существенно снизить стоимость строительства.

В Советском Союзе подобные плиты приобрели популярность в 1960-1980 г.г. и использовались исключительно в качестве утеплителя, но фибролит как материал был незаслуженно забыт с появлением новых строительных материалов.

Впервые в России фибролит в виде утеплителя железобетонной плиты был использован при строительстве нескольких цехов одной из строительных организаций Красноярского края. Плиты из железобетона были утеплены фибролитовыми панелями, которые в свою очередь находились с внутренней стороны здания и были оштукатурены. На данный момент внедрение фибролита постепенно возобновляется в строительной практике [3]. Технические условия производства и применения фибролита описаны в ГОСТ 8928-81.

В зависимости от климатических условий необходимо учитывать способ монтажа и эксплуатации фибролитовых плит. В условиях южных

регионов фибролитовая плита должна иметь меньшее содержание влаги и соответственно должна быть изолирована влагоустойчивой штукатуркой от ее прямого попадания [4].

Утепление может быть осуществлено с внутренней, либо с внешней стороны здания. На бетонное основание фибролитовые плиты крепятся при помощи дюбелей или же в некоторых случаях можно использовать монтажный клей. Сверху необходимо нанести слой штукатурки. В случае наружного утепления необходимо использовать влагостойкий раствор. Завершающей стадией является финишная отделка [5].

По сравнению с другими материалами, массово используемыми в крупнопанельном строительстве, фибролитовые плиты имеют немало преимуществ.

Таблица 1

Таблица сравнения характеристик материалов

№п/п	Наименование материала	Теплопроводность Вт/м*К	Паропроницаемость, мг/м*ч*Па	Группа горючести
1	Пенополиуретан	0,023-0,035	0,02	Г2
2	Пенопласт	0,036-0,041	0,03	Г1-Г4
3	Минвата	0,037-0,048	0,49-0,6	НГ
4	Фибролит	0,063	0,13	Г1
5	Керамзит	0,10-1,18	0,21-0,26	НГ

Исходя из данных таблицы и практического опыта, главными конкурентами фибролита в сфере теплоизоляции являются ППУ и минвата. Для монтажа жидкой теплоизоляции, такой как пенополиуретан необходимо специальное оборудование. Минеральная вата небезопасный для здоровья человека материал. Из-за канцерогенных свойств одной из фракций минеральных волокон. Также фенолформальдегидная смола, содержащаяся в минвате, является высокотоксичной.

Монтаж фибролита можно производить даже при отрицательных температурах. Также для его возведения не требуется тяжелая строительная техника. И к тому же фибролитовые плиты внутри помещения не несут вреда ни окружающей среде, ни здоровью человека.

В настоящее время фибролитовые плиты снова набирают популярность. Появляются новые современные составы и способы производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Золотухина Н.В., Гринь О.В.* Фибролит – теплоизоляционный строительный материал // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2018. № 10. С. 95-100.
2. *Жидко К.А., Резван И.В.* Фибролитовые плиты, как экологичный утеплитель // В сборнике: Сборник материалов международных научно-практических конференций 2018. С. 113-118.
3. *Юлия А.Щ.* К вопросу об эффективности изоляции из плит минеральной ваты // Строительство и реконструкция. 2016. № 4 (66). С. 128-132.
4. *Хасанов Р.Р., Хасанов Р.Ш., Тинеев Р.Б., Ибатуллин Р.Р.* Технология модификации серой тонкостенных цементных изделий и ее практическое применение // Строительные материалы. 2004. № 8. С. 10-11.
5. *Иван ЭЛТЕН Д.* Плиты ELTOBOARD – перспективный материал для строительства // Строительные материалы. 2006. № 3. С. 40-42.

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПРО- ГРАММЫ НТСП

Под научно-техническим сопровождением строительства (НТСС) понимается комплекс работ экспертно-контрольного, научно-методического, организационно-правового и информационно-аналитического характера для обеспечения качества и безопасности при проектировании, строительстве и последующей эксплуатации зданий.

Автоматизация процесса формирования программы НТСП позволит оптимизировать продолжительность строительства и обеспечить безопасность и надежность строительной конструкции [1, 2].

Алгоритм процесса реализации автоматизированного обеспечения составления программы НТСП подразумевает работу с базой данных и состоит из трех этапов. Структура взаимодействия показателей в БД представлена на рисунке 1, часть программного кода на рисунке 2.

На первом этапе пользователь вводит необходимые исходные данные (рис.3), на втором этапе пользователь вводит дополнительные данные (ранги параметров основных категории) (рис.4) для анализа и расчета и на третьем этапе пользователю предоставляются результаты [3, 4], т.е. Программа НТСП.



Рис. 1. Структура взаимодействия показателей в БД

Ввод дополнительных данных об объекте			
Карточка объекта			
№	Наименование	Данные	Примечание
1	Уровень ответственности		
2	Геотехническая категория		
3	Сейсмостойкость		
4	Особые климатические условия		
5	Производство работ в стесненных условиях городской застройки		
6	Методы вертикальной транспортировки груза		
7	Организация строительства в агрессивной среде		

Рис.4 Ввод дополнительной информации

Автоматизация процесса формирования программы НТСП и НТСС позволит повысить эффективность и оптимизировать процесс строительства на каждом этапе жизненного цикла объекта [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Lapidus A., Khubaev A., Bidov T.* Development of a three-tier system of parameters in the formation of the organizational and technological potential of using non-destructive testing methods// E3S WEB OF CONFERENCES, 2019, 06037
2. *Azariy Lapidus, Maryanna KangezovaI, Tembot Bidov* Systematization of organizational and technological aspects of scientific technical support of buildings and constructions over 100m high <https://iopscience.iop.org/nsearch?terms=+buildings+and+constructions+over+100m+high>
3. *Латидус, А.А., Бидов Т.Х.* Формирование производственно-технологических модулей, обосновывающих использование методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций гражданских зданий // Наука и бизнес: пути развития. 2019.. №1(91). – С. 36-40.
4. *Фатуллаев Р.С.* Организационно-технологическое моделирование комплексной оценки потенциала проведения внеплановых ремонтных работ: дис. ... канд. тех. наук: 05.02.22 / Фатуллаев Рустам Сейфуллаевич. – М., 2017. - 103 с.
5. *Олейник, П.П.* Организация строительного производства. Монография /Олейник П.П. – Изд-во АСВ. 2010. – 576 с.

Студентка 4 курса 12 группы ИСА Карнова Т.В.

Студент 4 курса 12 группы ИСА Завьялов Н.А.

Научный руководитель - проф., д-р. техн. наук, проф. С.А. Синенко

СТРОИТЕЛЬСТВО ПРИ ОТСУТСТВИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАКАЗЧИКА

Современное строительство представляет собой сложную систему, состоящую из множества хозяйственных связей, большого количества участников, нормативно-технической документации, разнообразия методов и способов строительного производства. Именно поэтому на протяжении всего строительства, от заключения договора с заказчиком, до сдачи объекта в эксплуатацию, участники обязаны активно взаимодействовать друг с другом. Но что будет, если одного представителя вовсе не станет, например, технического заказчика? Давайте разберемся. Все полномочия и обязанности технического заказчика закреплены в Градостроительном кодексе РФ. Понятие «технический заказчик» было введено отдельным пунктом в ГК РФ Федеральным законом №337-ФЗ от 28 ноября 2011 года. Технический заказчик - лицо, которое может заключать договоры на выполнение каких-либо вида работ от начала строительства, до сдачи объекта в эксплуатацию. Например, договор о выполнении инженерных изысканий, подготовке проектной документации, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте и сносе объектов. Он наделяется правами распоряжения капитальными вложениями на период и в пределах полномочий, установленных договором на капитальное строительство или государственным контрактом в соответствии с законодательством Российской Федерации. Также технический заказчик несет ответственность перед застройщиком за качество строительных материалов, компетентность подрядной организации, выполняемые сроки строительства, а также соответствие затрат первоначальной сметы [1, 2]. В 2017 году были введены изменения в Градостроительный кодекс Российской Федерации, согласно которым функции тех. заказчика могут выполняться исключительно членом саморегулируемой организации в сфере инженерных изысканий, проектирования, строительства, реконструкции и капремонта, что повышает ответственность организации и позволяет контролировать ее деятельность. Без вступления в СРО технический заказчик не имеет права заключать договора подряда и участвовать в сделках. Однако с введением изменений стоимость строительства возросла, в связи с тем, что организациям придется платить взносы для вступления в СРО. Технический заказчик обозначает и организует предметы

конкурсов, получает разрешение на проведение работ. В России данный участник строительной отрасли является гарантом качественного и эффективного строительства. В настоящее время можно наблюдать ситуацию, когда одно лицо совмещает в себе две и более функций в строительной отрасли. Например, организация, финансирующая строительство, может совмещать функции генподрядчика [3, 4].

Однако, по опыту зарубежного строительства, смело можно сказать, что все полномочия и обязанности технического заказчика можно распределить на нескольких участников строительства. В строительной отрасли США функции саморегулирующей организации выполняет в значительной мере Министерство жилищного строительства, созданное в 1965г. Оно призвано координировать возведения общественного или частного объекта, строящихся за счет бюджетных средств или же за счет кредитования. Функции тех. заказчика распределены между участниками строительства. Например, архитектор осуществляет подбор специалистов, заключает договор субподряда, занимается расчетом сметной стоимости, координирует разработку и выпускает перечень вопросов, которые должны быть рассмотрены при приемке работ. Риелтор занимается вопросами землевладения: согласованием местоположения строительства объекта, ходатайствует о предварительном его расположении. В США генподрядчик берет на себя ответственность за выполнения всего контракта, нанимая исполнителей-субподрядчиков (Multiple Prime Contractors). Инвестор, вступая в проект не располагает всей суммой, девелопер обычно привлекает банки, страховые компании и других инвесторов. Распространённым методом организации строительства в США является проектно-строительный (Design Building). Это довольно старый способ строительства при которой владелец нанимает основную строительную фирму, которая берет на себя ответственность за строительство и проектирование, привлекает специалистов для изготовления проектной документации, а также нанимает рабочих и закупает строительные материалы, оборудование и технику. При такой форме строительства одна фирма ответственная и за проектирование и за строительство, она занимается вопросами найма субподрядчиков и использует свою собственную рабочую силу. Контракт может быть выполнен как одной фирмой [5], имеющей достаточное количество ресурсов, так и совместным предприятием, которое было создано для выполняемого проекта на едином контракте. Данный метод сокращает продолжительность всего строительства за счет распределения обязанностей и частичного совмещения стадий работ. Также одним из участников строительства является клерк (Clerck of Works). Клерк-это архитектор или инженер, который нанимается проектировщиком. В его обязанности входит

контроль за выполнением условий договора о строительстве, качества используемых и предлагаемых материалов и т.д.. В Западной Европе организационные формы управления в строительстве аналогично имеют свои особенности. Так, генеральный подрядчик или же заказчик могут выступать в качестве управляющих на протяжении всего проекта. Таким образом мы видим, что в зарубежной системе строительного производства отсутствует понятие «технический заказчик». Все полномочия и функции распределены, либо совмещены между членами строительного производства, что является удобным в отношении того, что проблемы и вопросы по процессу строительства находятся зачастую в компетенции одной организации, контролирующей большую часть строительного процесса, что упрощает и ускоряет реализацию проекта [6]. Нельзя сказать, что в строительной сфере Российской Федерации необходимо полностью отказаться от такого участника, как технический заказчик. Однако он не является незаменимым, что мы наблюдаем в опыте зарубежных стран.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Матвеева М.В.* Синхронизация деятельности участников реализации инвестиционно-строительных проектов в жилищном строительстве // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2018. Т. 8. № 2 (25). С. 31–41.
2. *Волошина А.С., Подоба В.А.* Проблемы организации подрядных тендеров // Актуальные проблемы современности: наука и общество. 2017. № 3 (16). С. 24–27.
3. *Л.Г.Дикман, Д.Л.Дикман,* Организация строительства в США. Учебное издание М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, Москва, 2004г.
4. *А.А.Латидус, Н.Д.Чередниченко,* Актуальные вопросы планирования строительного производства в современных условиях // Научное обозрение. 2015 №18.С 352-355
5. *Олейник, П.П.* Организация строительного производства. Монография /Олейник П.П. – Изд-во АСВ. 2010. – 576 с.
6. *Шмарко И.К.* Система договоров в строительстве // Закон. 2019. № 2. С. 79–88.

*Студентка магистратуры 2 года обучения 22 группы ИСА Клязьмина
К.А.*

Научный руководитель – проф., д-р техн. наук, проф. Р.Р. Казарян

РОЛЬ УНИФИКАЦИИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА МУНИЦИПАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Объектами основных фондов [1] государственных и муниципальных учреждений в РФ являются объекты недвижимости, построенные в 1950-1985 гг. Для поддержания нормального технического состояния таких зданий и сооружений (далее – ЗиС) необходимо плановое и внеплановое проведение текущего ремонта (далее – ТР). Затраты на ТР составляют 15-35% от всего плана финансово-хозяйственной деятельности бюджетного учреждения на плановый период. [2] Финансирование данных нужд осуществляется путем выделения бюджетных средств, либо за счет аккумулированных учреждением внебюджетных средств в процессе своей деятельности, и с каждым годом контроль расходования указанных источников государством усиливается. [3] Отсюда выявляется актуальность проблемы приведения технической документации, регулирующей организацию текущего ремонта, в соответствие с требованиями настоящих рыночных и законодательных условий. Объектом рассматриваемой темы является организационно-техническая документация (далее – ОТД) процесса подготовки и реализации ТР муниципальных ЗиС. Предметом рассматриваемой темы в статье выступает унификация документов, входящих в состав ОТД ТР муниципальных ЗиС. Цель затронутой темы – это выявление векторов необходимости унификации состава и вида ОТД, сопровождающей ТР муниципальных ЗиС. Материалы и методы, сопровождающие процесс рассмотрения данной темы, состоят в качественном анализе предъявляемых требований к составу и формам документации, сопровождающей ТР муниципальных ЗиС, действующими в настоящий момент нормативно-техническими регулируемыми актами. Для достижения поставленной цели необходим систематизированный обзор на сложившуюся рыночную и законодательную ситуацию вокруг рассматриваемого объекта. В процессе изучения нормативно-технических актов, направленных на регулирование организации ТР основных средств муниципалитетов, выявлено, что имеющаяся законодательная база значительно устарела и не соответствует настоящим рыночным условиям. Остальная часть организационных документов, обязательных к применению, устанавливает порядок и принципы взаимоотношений Заказчика и Подрядчика в процессе

организации и реализации ТР муниципальных ЗиС. Сюда входит ГК РФ (часть вторая), ГрК РФ, НК РФ, а также №89-ФЗ, №99-ФЗ, №123-ФЗ, №384-ФЗ. Важно отдельно выделить роль №44-ФЗ и №223-ФЗ, действие которых наглядно демонстрируется на портале единой информационной системы в сфере закупок. [2] Относительно расходования выделяемых средств данная платформа применительно к муниципальному имуществу позволяет наиболее проанализировать текущие принципы и приемы реализации ТР в сложившихся на данный момент условиях. Авторами произведен обзор материалов 72 заключенных контрактов в период с IV кв. 2018 г. по IV кв. 2019 г. среди различных муниципальных учреждений с субъектами малого предпринимательства на выполнение работ по ТР зданий, числящихся на балансе соответствующих подведомственных учреждений. Сформулированы следующие основные тезисы - приведение к единообразной системе или форме) состава и форм ОТД для проведения ТР муниципальных ЗиС. Представлен в различных модификациях – государственный контракт, гражданско-правовой договор бюджетного учреждения, контракт, договор подряда – и всегда составлен в соответствии с юридическими нормами, в т.ч. с описанием 4 важнейших пунктов: предмета, срока, цены, условий. Отсюда следует вывод, что данный аспект не требует внедрения дополнительной унификации.

Техническое задание не имеет утвержденной типовой формы и состава, однако, есть пункты ТЗ, наиболее часто встречающиеся по результатам анализа изученной тендерной документации: объект закупки; общие предъявляемые требования к: качеству работ / результатам работ / выполнению и безопасности работ / режиму производства и приемки результатов работ и т.д. Таким образом, можно сделать вывод, что наблюдается прямая тенденция к необходимости унификации формы ТЗ на производство ТР муниципальных зданий, поскольку данное внедрение облегчит подход и позволит наиболее полно и прозрачно отражать требования заказчика (по аналогии с ТЗ на проектирование). Сметная документация не предъявляется единых требований к использованию определенных сметных программ, не установлена минимальная и достаточная степень детализации смет (при условии отсутствия какой-либо визуализации будущих ремонтных решений). [4] Вывод: предложение унификации должно затронуть структуру локальных смет согласно уточнениям по предъявляемым к ремонту участкам, далее – по конструкциям, что улучшит понимание выполняемых видов и объемов работ обеими сторонами договора подряда. Дефектный акт - результате анализа выявлено, что данный документ в тендерной документации представлен в виде упрощенной локальной сметы, что не несет в себе никакой информативности исходя

их своего наименования. Следовательно, складывается вывод, что внедрение унификации формы и состава данного документа позволит сократить время на выверочные работы и облегчить приемку изношенных мест после ТР, существенно повысит «прозрачность» реализации ТР. График производства работ - лишь 28 из 72 проанализированных контрактов имеют в составе своей документации образец формы для ГПР, однако, его разработка Подрядчиком во всех контрактах обязательна. Отсюда следует вывод, что необходима унификация формы и требований к содержанию ГПР, разрабатываемого на ТР любого из муниципальных ЗиС. Акт освидетельствования скрытых работ - в 28% контрактов размещена конкретная форма, в 47% вовсе не имеется, в 25% по умолчанию применяется форма по приложению №3 к РД-11-02-2006 с последним изм. на 2019 г. [5] Поскольку ТР не обязывает Подрядчика состоять в СРО, а специалистов стройконтроля в НОСТРОЙ, сделан вывод, что использование для данного акта формы, предназначенной для нового строительства, реконструкции или капитального ремонта нецелесообразно, следовательно, необходима унификация единой формы АОСР на ТР.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Матвеева М.В.* Синхронизация деятельности участников реализации инвестиционно-строительных проектов в жилищном строительстве // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2018. Т. 8. № 2 (25). С. 31-41.
2. *Волошина А.С., Подоба В.А.* Проблемы организации подрядных тендеров // Актуальные проблемы современности: наука и общество. 2017. № 3 (16). С. 24-27.
3. *А.А.Латидус, Н.Д.Чередниченко,* Актуальные вопросы планирования строительного производства в современных условиях // Научное обозрение. 2015 №18.С 352-355
4. *Шмарко И.К.* Система договоров в строительстве // Закон. 2019. № 2. С. 79-88.
5. *Акимова Н.Н., Смирнова Е.С., Хурматуллина Н.М.* Особенности тендера в строительстве // В сборнике: Наука в современном обществе: закономерности и тенденции развития сборник статей международной научно-практической конференции: в 2 частях. 2017. С. 7-9.

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ОБЪЕКТА С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Целью написания настоящей статьи является обоснование необходимости развития информационного моделирования не только на этапе проектирования, но и в процессе производства строительных работ.

В статье выделяется проблематика необходимости внедрения современных способов информационного моделирования календарного планирования [1].

В настоящее время проектные институты при ведении работ по проектированию представляют требования к современному оснащению программным обеспечением – специализированным программам. Такие программы должны обеспечивать максимальную точность расчетных и графических решений.

На данный момент в решении основных задач проектирования технически сложных объектов помогают системы автоматизированного проектирования (далее – САПР) [2]. Их функциональность растет из года в год. Для пользования такими многофункциональными системами необходимо владеть определенными знаниями, а также данными о состоянии объекта управления.

Целью деятельности и прямой функциональности САПР представляется проектирование. Проектирование здесь является процессом переработки информации, который завершается получением полного представления о запроектированном объекте, а также о технологиях, с помощью которых его изготовили.

В глобальном масштабе целью автоматизированного проектирования являются: повышение качества выходящей проектной документации, удешевление ее реализации, снижение сроков ее выпуска, а также достижение стабильного числа инженеров-проектировщиков и инженеров-конструкторов.

Рассмотрим несколько главных особенностей САПР. В первую очередь стоит отметить необходимость интенсивного обмена информацией и ускорения взаимодействия между исполнителями при реализации проектной документации. Во-вторых, это возможность имитационного моделирования систем в таких условиях, которые максимально приближены к реальным. Такое имитационное

моделирование показывает реакцию объекта, который проектируют, на самые различные ситуации и возмущения.

В начале производства работ по проектированию применяют программные комплексы, с помощью которых создают трехмерные модели проектируемого объекта. Одним из самых известных таких программных комплексов является ArchiCad. С его помощью можно хранить всю информацию в одной базе данных, применять интеллектуальные объекты, работать именно в трехмерной модели – возможность ее редактировать, перемещаться по проектируемому объекту в реальном времени, вносить изменения совместно с заказчиком. Также наличие единого документооборота позволяет автоматически передавать между отделами обновленные чертежи.

Следующим шагом при подготовке проектной документации является использование программного комплекса, который продолжит решение задач управления проектами на основе полученных результатов трехмерного моделированного. Сегодня лидер четырехмерного моделирования – программный комплекс Synchro 4D.

Synchro 4D предоставляет возможность синхронизировать проектную информацию трехмерных моделей с ресурсами, затратами, управлением последовательностью поставок календарно-сетевых графиков проекта.

Стоит отметить, что, так как Synchro 4D имеет максимальную функциональность по реализации календарно-сетевого планирования, он также имеет возможность двухстороннего обмена данными с программными комплексами по управлению проектами, предназначенными для пользования руководителями проектов. Самым известным программным комплексом является Oracle Primavera [3]. Это означает, что пользователи программы могут вносить данные в график при моделировании объекта, а потом возвращать его обратно в Oracle Primavera.

Synchro 4D позволяет: осуществлять контроль над процессом создания проектной документации, в соответствии с календарным планом определять процент завершенности строительства в любое время, определять число поручений, которые необходимы для выполнения проекта, что обуславливает эффективное распределение задач между работниками [4].

Дополнительными преимуществами Synchro 4D являются: широкомасштабная визуализация строительных процессов с любых углов обзора, использование программы автономно, а также вместе с серверным приложением для коллективной работы Synchro Server, применение программы при организации взаимодействия между всеми участниками строительства. Для наглядности приведем пример

диаграммы Ганта (рис. 1.), позволяющей визуализировать каждый этап работы и синхронизацию его с самим объектом.

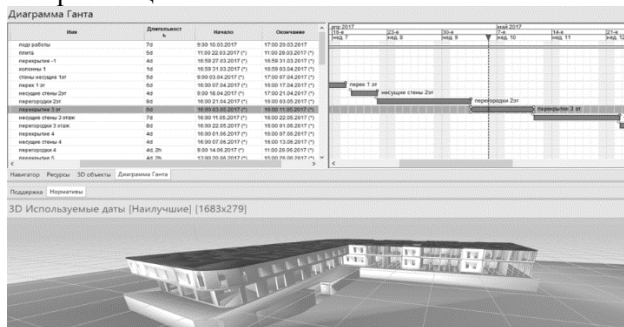


Рис. 1. Диаграмма Ганта

Таким образом, на сегодняшний день существует необходимость внедрения современных способов информационного моделирования календарного планирования повсеместно на территории Российской Федерации. Самыми важными преимуществами внедрения информационного моделирования календарного планирования являются экономия средств заказчика строительства, времени строительства, а также увеличение качества готовой строительной продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Абрамов И. Л., Соломатина М. И.* Проблемы внедрения инновационных технологий в строительное производство // Сборник научных трудов, 2019. №3. С. 25-27.
2. *Аветисян Р.Т., Билонда Трегубова Е., Казарян Р.Р.* Перспективы развития автоматизированного контроля строительной площадки на основе данных с дронов // Строительное производство, 2019.
3. *Ушенин Д.В.* Инновации как фактор, повышающий эффективность функционирования строительного производства // Дни студенческой науки. 2019. С. 1305-1307.
4. *Юлдашев Х. О.* Применение BIM-технологии в строительном производстве // Дни студенческой науки. 2019. С. 1302-1304.
5. *Герасимов Р. А.* Применение инноваций для повышения технологичности производства // Дни студенческой науки. 2019. С. 1308-1310.

*Студент 3 курса 9 группы ИСА Коновалов В.С.
Студентка 3 курса 9 группы ИСА Байсякина К.С.
Научный руководитель – ст. преп. Т.Х. Бидов*

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ, СВЯЗАННЫХ С ПРОИЗВОДСТВОМ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ, ПРИ УСТРОЙСТВЕ ЗДАНИЯ МЕТОДОМ UP-DOWN

В статье приведен обзор способа возведения здания методом строительства «Up-Down». Предложена научно-техническая гипотеза, состоящая в предложении о возможности повышения эффективности строительства подземной части здания по методу «Up-Down». Сформирована научная база для формирования инструмента комплексной оценки организационно-технологических решений при производстве подземной части здания по методу «Up-Down». Метод «сверху-вниз» заключается в том, что первоначально в грунте устраивают выемки и траншеи, в которых по технологии «стена в грунте» возводят стены подземного сооружения. При отрывке траншей применяют землеройные машины циклического действия.

Следующим этапом возведения подземного сооружения этим методом является поуровневая разработка и бетонирование перекрытий распорками, обеспечивающие дополнительную жесткость сооружения. При многоярусной застройке грунт под перекрытиями разрабатывается с помощью малогабаритных экскаваторов на гусеничном ходу, обычных бульдозеров или малогабаритных погрузчиков. На поверхность разработанный грунт извлекается посредством грейферного экскаватора, через заранее оставленные отверстия в перекрытии либо с помощью автосамосвалов. [1]. Большой проблемой в данных условиях является невозможность размещения крупногабаритной техники на строительной площадке, поэтому при использовании метода «Up-Down» используются непосредственно малогабаритные строительные машины [2]. Местная специфика и гидрогеологические условия зачастую делают задачу возведения подземных объектов очень непростой. В этих условиях необходимо использовать специальные способы производства работ [3]. Также важно учесть технологические процессы для производства грунта:

1. Для строительства протяженных сооружений, находящихся под землей, грунт разрабатывают с одной стороны порталных участков, имеющих один общий проем [4].

2. Для многоэтажных подземных сооружений разработка грунта ведется слоями сверху вниз. Грунт извлекают на поверхность автосамосвалами либо бадьями [4].

На сегодняшний день нет четкого алгоритма, который позволил бы нам выбрать оптимальные параметры строительства при данном методе. Создание единого инструмента по комплексной оценке организационно-технологических решений позволило бы нам оптимизировать и повысить эффективность строительства по методу «Up-Down».

Для полноценной оценки организационно-технологических решений необходимо использование следующих моментов:

- В полной мере понимать поведение массива грунта под предполагаемым основанием.

Для этого перед началом строительства производится сбор и изучение материалов изысканий. Только на основании этих данных должен происходить выбор способа и технологии производства работ при строительстве городских подземных сооружений.

На данном этапе, после проведения инженерно-геологических и гидрологических испытаний должен происходить выбор способа и технологии производства работ при строительстве, оцениваться его сложность и производится расчет затрат.

- Постоянный мониторинг поведения грунта и деформационных характеристик застройки на протяжении всего строительства и на начальном этапе введения сооружения в эксплуатационный режим.

Мониторинг с применением автоматизированной программы позволит комплексно наблюдать за поведением как отдельных узлов конструкции, так и всего сооружения в целом. Это позволит увеличить надежность постройки.

- Подбор наиболее подходящих строительных машин с учетом условий, выявленных ранее.

Подбор наиболее эффективного малогабаритного экскаватора для разработки грунта имеет большое значение для технологического процесса в целом. Отталкиваясь от производительности машины, можем сделать выводы об экономических затратах и о сроках проведения подземных работ.

- Правильность организации труда и требуемая квалификация рабочих.

Одним из важнейших направлений организации планирования и управления является непрерывное повышение квалификации всех категорий работников. Рост общественной производительности труда связан с повышением эффективности строительства. Высокая квалификация рабочих поможет избежать ошибок, которые существенно могут повлиять на эффективность и безопасность строительства.

- Количественная и качественная оценка.

Для реализации требуемого качества выполнения строительных работ необходимо, чтобы возможные отклонения от проекта соответствовали установленным допускам [5]. Для практического применения качественных характеристик необходимо располагать количественными показателями (критериями), которые позволяют отнести реальные строительные условия к той или иной группе сложных условий при использовании математического инструмента, позволяющего аналитическим способом оценить параметры рассмотренных факторов.

Множество факторов зависит от возможности строительных организаций, например, обучение высококвалифицированных кадров. Соблюдение предложенного алгоритма поможет оптимизировать процессы, связанные с производством земляных работ при устройстве здания методом «Up-Down».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Коптилова А. С.* Особенности строительства в условиях плотной городской застройки // Молодой ученый, 2017. С. 116–118.
2. *Ильчев В.А., Голубев Г.Е., Замараев А.В., Скачко А.Н., Игнатова О.И., Буданов В.Г., Короткова О.Н.* Руководство по комплексному освоению подземного пространства крупных городов // Москомархитектура, 2004, С. 70–73.
3. *Шуплик М.Н.* Анализ специальных способов строительства подземных сооружений в городских условиях // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2013. С. 524–525.
4. *Конюхов Д. С.* Строительство городских подземных сооружений мелкого заложения. Специальные работы // Москва: Архитектура-С, 2005. С. 7–80.
5. *Картозия Б.А., Корчаков А.В.* Классификация и критерии оценки сложных горно-геологических условий при строительстве подземных сооружений // Горный информационно-аналитический бюллетень, 1996. С. 15–23.
6. *Казакова Н.Е.* Повышение квалификации как фактор обеспечения компетентности персонала при строительстве телекоммуникационных объектов и сооружений связи // Электронный научный журнал «Век Качества», 2016. №3. С.3–4

ВЕДЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И BIM- МОДЕЛИРОВАНИЯ

В статье рассмотрена проблема оптимизации и ускорения ведения технической документации при строительстве объекта путем использования современных систем автоматизации в связке с BIM-технологиями.

Ведение технической документации на стадии строительства – один из процессов, который нуждается в оптимизации. В ходе возведения любого сооружения строители сталкиваются с огромным потоком однотипных бумажных документов, которые заполняются на каждую возведенную конструкцию. Регламентируются они требованиями специального нормативного документа РД-11-02-2006 с изменениями 2019 года.

Многие компании нанимают целый штат сотрудников, занимающихся ведением данной документации на объекте, которая сопровождается согласованиями и переделками. В дальнейшем документы могут теряться, на поиски будет тратиться рабочее время.

Встаёт вопрос, как можно реформировать и упростить ведение технической документации, да ещё и с использованием BIM-технологий, которые активно стали внедряться в строительную отрасль.

Сперва рассмотрим общеизвестные инструменты для оптимизации документооборота, а после поговорим о современных продуктах:

1. Информационные сервисы по автоматическому ведению документации.

В настоящее время из-за большого спроса стали появляться компании, которые разрабатывают специальное программное обеспечение под оптимизацию документооборота. Таких программ множество, вот некоторые из них:

- «Исполнительная документация» от компании «Алтиус»;
- «СтройФорм» от компании «ИХТОС»;
- «Документооборот» от компании «1С»;
- «Hardroller 2.0» от одноименной компании.

Функционал этих программ сводится к формированию баз данных автоматически. Программа хранит в себе все существующие формы для исполнительной документации, пользователь лишь выбирает из перечня нужную и открывает диалоговое окно, где через вопрос-ответ инженер пошагово заполняет нужную ему форму. Все данные о материалах для

создания базы данных система импортирует из загруженной в неё сметы. Сертификаты на материалы, чертежи, фотографии загружаются в виде сканированных документов и прикрепляются к актам при помощи несложных операций. Объем выполненных работ вносится лишь в общий журнал работ, а во все остальные документы они проставляются автоматически. Различия продуктов незначительны. Стоимость также сопоставима и внедрение данных инструментов окупается. Производители обещают от 3-4 раз ускорить процедуру заполнения всех документов.

К плюсам данной программы можно отнести: быструю скорость и простоту заполнения документов, за счет диалоговых окон; безопасность (документы имеют копии под паролем); все документы хранятся внутри программы на сервере и доступны с любого устройства.

К минусам относятся: денежные затраты на покупку ПО; сложности отслеживания вносимых в документы изменений; поиск информации на нужную конструкцию может занять много времени [1,2,3,4,5].

2. Единая информационная среда в BIM моделью.

Одним из последних новшеств в области ведения документаций является создание единой информационной среды «одного окна». Компания ООО «Элемент» выпустила собственный продукт по формированию и ведению электронного документооборота «LementPro». Разработчики заявляют, что смогут превратить документооборот в четко структурированную систему, где у каждого пользователя будет строго определенный круг обязанностей, с которыми ему необходимо справляться, не касаясь других участников. В программе заложены следующие основные принципы:

1. Вся информация хранится на облачных хранилищах, поэтому пользователь может заходить в нее он может с любого устройства в местах, где есть подключение к сети Интернет;

2. Общение с коллегами происходит во встроенной системе чатов, которая позволяет отказаться от ведения почтового ящика;

3. Ход каждого документа в системе строго регламентирован и проходит путь от участника к участнику по специальному маршруту. Согласования на каждом этапе производится с помощью электронных подписей. Все это в конечном итоге попадает в печать и подписывается лишь итоговый документ.

4. Все действия с документом фиксируются, поэтому всегда можно увидеть кто производил какие-либо изменения;

5. Связь проекта с BIM-моделью. Пожалуй, самое главное преимущество данного продукта, так как позволяет загрузить файл целого проекта из программ типа Revit в окно браузера. Помимо информации, которая хранится по конструкциям изначально, в нее

вносят информацию по всем принятым актам, сертификатам по материалам и всю необходимую информацию;

6. Поиск документов в архиве осуществляется по системе поиска, где пользователь задаёт нужные фильтры (по дате, исполнителю, цене) или используется BIM-модель, где выбирается нужная конструкция;

7. Связь проекта с линейными графиками Ганта с помощью Microsoft project, для отслеживания хода строительства с помощью маркеров на BIM-модели.

Заключение.

Большой проблемой в строительстве является рутинная бумажная работа, которая не изменяется во многих компаниях много лет, однако способы для реформирования существуют, и их уже сейчас можно и нужно применять для качественного скачка в развитии строительной отрасли.

За последнее время о BIM-технологиях в России говорят повсеместно, однако не смотря на опыт зарубежных стран, мы пока не совсем понимаем, как можно их внедрять на этапе строительства, выходя за рамки проектирования. Для этого существуют новые информационные продукты российских разработчиков, которые позволяют упростить ведение технической исполнительной документации с помощью информационных моделей [1,2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Абрамов И. Л., Соломатина М. И.* Проблемы внедрения инновационных технологий в строительное производство // Сборник научных трудов, 2019. №3. С. 25-27.
2. *Аветисян Р.Т., Билонда Трегубова Е., Казарян Р.Р.* Перспективы развития автоматизированного контроля строительной площадки на основе данных с дронов // Строительное производство, 2019.
3. *Ушенин Д.В.* Инновации как фактор, повышающий эффективность функционирования строительного производства // Дни студенческой науки. 2019. С. 1305-1307.
4. *Юлдашев Х. О.* Применение BIM-технологии в строительном производстве // Дни студенческой науки. 2019. С. 1302-1304.
5. *Герасимов Р. А.* Применение инноваций для повышения технологичности производства // Дни студенческой науки. 2019. С. 1308-1310.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

На сегодняшний день нерешенной проблемой в сфере промышленной индустрии является обеспечение безопасного вывода из эксплуатации производственных предприятий. Наиболее остро стоит вопрос связанный с выводом из эксплуатации объектов использования атомной энергии (ОАИЭ), который является основным замедляющим факторов развития атомной отрасли.

В первую очередь данная проблема связана с тем, что жизненный цикл таких объектов составляет порядка пятидесяти лет, в связи с чем возникает ряд проблем, связанных с потерей информации, с качеством выполнения проектной и исполнительной документации, а также с качеством выполнения проектных работ по выводу из эксплуатации [1,2].

Под выводом из эксплуатации ОАИЭ понимается деятельность, осуществляемая после прекращения эксплуатации объекта, исключающая его использование по проектному назначению и направленная на обеспечение безопасности работников, населения и окружающей среды вплоть до освобождения от регламентации нормами радиационной безопасности.

Усложняющим фактором при выводе из эксплуатации ОАИЭ является специфичность атомной отрасли в целом, которая заключается в том, что предприятия атомной индустрии работают с различными материалами в различных химических формах.

С учетом того, что отличительной чертой вывода из эксплуатации объектов атомной промышленности является наличие радиационного загрязнения, создающего угрозу работникам объекта, населению и окружающей среде прилегающих территорий, что делает недопустимым прямое участие людей при выполнении работ по выводу из эксплуатации и их нахождение в зонах объекта, важно учитывать наличие радиоактивных отходов, накопленных за период его эксплуатации и массово образующихся при выводе из эксплуатации.

Важно отметить, что при выводе из эксплуатации ОАИЭ является недопустимым то, что исполнительная документация, как правило,

оказывается утеряна, плохого качества или вовсе отсутствует, а при ее наличии – не соответствует действительности.

На сегодняшний день ситуация в области вывода из эксплуатации опасных производственных предприятий представляет собой генерирование большого количества бумажной информации на каждом этапе работ по выводу из эксплуатации, что влечет за собой некоторые проблемы, в частности:

- утрата информации об объекте в силу длительности жизненного цикла;
 - недостаток имеющейся исходной информации для разработки проектной документации по выводу из эксплуатации;
 - длительности стадии вывода из эксплуатации объекта;
- невозможность повторного использования ранее полученного опыта [3, 4, 5].

На современном этапе развития цифровых технологий одним из вариантов решения обозначенной проблемы восстановления элементной базы данных по объекту, является применение BIM-технологий в части создания высокоточной трехмерной модели ОИАЭ, а также применение человеко-независимых способов получения конфигурационной и радиационной информации о состоянии объекта, которые связаны с применением таких инструментов, как, наземное лазерное сканирование, сферическое фотографирование и гамма-сканирование, соответственно.

Применение современных цифровых технологий при выводе из эксплуатации является новой методикой разработки проекта и позволяет получить комплексную высокоточную инженерно-радиационную информационную модель объекта, подлежащего выводу из эксплуатации. Данная информационная модель представляет собой наиболее точные исходные данные для создания проектной документации по выводу из эксплуатации ОИАЭ и является способом решения проблемы недостатка исходных данных для разработки проекта по выводу из эксплуатации.

В случае, когда речь идет о выводе из эксплуатации объектов ОИАЭ для принятия решения о целесообразности применения цифровых технологий, необходимо проанализировать объем существующей исполнительной и проектной документации, их соответствие действительности, а также периодичность и комплексность проведения работ по радиационному и иным обследованиям.

Таким образом, проанализировав современную ситуацию в области вывода из эксплуатации производственных предприятий, выявлен ряд проблем, связанных, в большей степени, с недостатком исходной информации для разработки проекта по выводу из эксплуатации, обусловленный тем, что объекты, подлежащие выводу из эксплуатации,

эксплуатируются уже более пятидесяти лет или вовсе остановлены и их исполнительная, проектная и рабочая документация зачастую оказывается утеряна, плохого качества или отсутствует, а при ее наличии – не соответствует действительности. В сложившейся ситуации применение современных цифровых технологий для разработки проекта по выводу из эксплуатации ОАИЭ в условиях неполной информации об объекте, а именно, BIM-технологий, в части создания высокоточных трехмерных моделей объектов, на основе данных наземного лазерного сканирования, сферического фотографирования и гамма-сканирование, позволяет создать высокоточную трёхмерную модель объекта, которая представляет базу данных объекта и является основой для разработки проекта по выводу из эксплуатации, а также позволяет восполнить недостающие данные для разработки проектной документации по выводу из эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орлов А.К., Кирдин Д.Ю. Оценка использования инструментария информационного моделирования (BIM) на стадии проектирования объекта недвижимости//International Journal Of Advanced Studies - Т. 7. №2-2. 2017. с. 94-96.
2. 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.
3. Липидус А.А., Мирзаханова А.Т., Аветисян Р.Т., Казарян Р.Р. Применение и использование технологии виртуальной реальности в строительстве// Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы - 2019. с.357-359.
4. Абакумова А.Р., Тартыгина А.Е. BIM-моделирование и жизненный цикл в строительстве//Школа юных инноваторов – 2018. с.10-12.
5. Образцова А.П. Содержательные аспекты и ключевые технологии BIM-моделирования в строительстве и девелопменте//Наука молодых – будущее России – 2019. с.282-286.

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ФИНАНСИРУЕМОГО ЗА СЧЕТ ГОСУДАРСТВА

С 2010 года в России в рамках Федерального закона №185-ФЗ[1] выполнено строительство 154 энергоэффективных домов в 8 федеральных округах [2]. В масштабах страны данные цифры совсем не значительны, но и по ним можно отследить общие тенденции и проблемы отрасли.

Таблица 1
Строительство энергоэффективных домов в РФ по округам

Федеральные округа	Домов
Центральный ФО	13
Южный ФО	3
Дальневосточный ФО	12
Сибирский ФО	17
Приволжский ФО	4
Северо-Кавказский ФО	24
Уральский ФО	16
Северо-Западный ФО	65
ВСЕГО РФ	154

В рамках данной работы была собрана и обработана информация о проблемах эксплуатации энергоэффективных зданий спустя несколько лет эксплуатации. Было рассмотрено 14 энергоэффективных домов, построенных в различных регионах России в разные годы. Были найдены данные о 7 домах, расположенных в ЦФО, о 2 домах в Южном ФО, одного из которых нет в списке фонда. Найдена так же информация о 3х зданиях в Новосибирской, Иркутской, Кировской областях и 2х в Алтайском крае. Как можно заменить построенные здания находятся в различных климатических зонах и построены различными компаниями.

Объединяет эти здания одно, все жители всех этих домов столкнулись проблемами. Некоторые из этих домов на момент написания статей [3-4] имели сравнительно небольшие дефекты, некоторые находились в ужасном состоянии, и абсолютно все здания имели проблемы с эксплуатацией инженерных систем. Удивительным стал факт, что здания спустя несколько лет теряют свои энергосберегающие свойства. Причины этого лежат на поверхности и носят системный характер.

1. Недостаточно проработанные проекты зданий и нерациональное применение оборудования. Установка тепловых насосов недостаточной мощности, что вынуждает жителей использовать дорогостоящий обогрев электричеством или полный отказ от геотермальной энергии в пользу газа или подключения к тепловым сетям. Известны случаи установки солнечных коллекторов в избыточном количестве при отсутствии постоянной циркуляции, что приводит к их выходу из строя в летний период [4] и т.д. Все это приводит к удорожанию проекта при этом ухудшая качество, а часто полностью перечеркивает саму цель установки энергоэффективного оборудования.

2. Некачественно выполненные строительно-монтажные работы. Эта проблема касается не только оборудования для обеспечения энергоэффективности, но и несущих конструкций: стен, фундаментов, крыш, а также элементов отделки, отмостки. Спустя несколько лет эксплуатации здания имеют дефекты такие как: намокание стен и протечки кровли, трещины, плесень. Появляются мостики холода. Качество некоторых домов настолько плачевно, что явно можно судить об халатности застройщика и его абсолютной незаинтересованности в результате. Об энергоэффективности в таких домах не может быть и речи.

3. Отсутствие качественной эксплуатации инженерных систем. Управляющие компании оказываются совершенно неподготовленными к работе с новым сложным оборудованием. Зачастую они полностью отказываются в обслуживании, либо отключают оборудование необходимое для энергосбережения. Известны случаи перехода от энергосберегающих источников питания к стандартным: газ, электричество.

4. Неинформированность жителей. Простаивание и постоянные поломки оборудования - часто следствие банального неумения жителей его использовать. Жители энергоэффективных домов не понимают каким образом должна происходить экономия, а те кто понимают зачастую относятся к возможностям сэкономить крайне скептически. В связи с этим часто возникают ситуации заведомо неправильного применения или отключения оборудования. Известны случаи когда люди проветривают помещения через открытые окна зимой при наличии рекуператоров или отключают т.д.

Ко всему этому прибавляются большие первоначальные затраты на строительство. Увеличение себестоимости даже на 10% сильно заметно в масштабах крупного здания и тем более в масштабах квартала или поселка. Эти затраты полностью ложатся на застройщика и соответственно на бюджет, который его финансирует. Вследствие всего

вышеперечисленного, имеем проект, который является обузой для всех его участников и ни один из участников не остается им доволен.

Исходя из всех вышеперечисленных проблем можно сделать вывод, что для развития строительства энергоэффективных зданий необходим полный пересмотр стратегии и решение как общеотраслевых вопросов таких как контроль качества проектирования и строительства, так и специфических таких как информирование граждан о правильных методах эксплуатации энергоэффективного оборудования и подготовке специализированных кадров способных это оборудование качественно обслуживать.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орлов А.К., Кирдин Д.Ю. Оценка использования инструментария информационного моделирования (BIM) на стадии проектирования объекта недвижимости//INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED STUDIES - Т. 7. №2-2. 2017. с. 94-96.
2. 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.
3. Липидус А.А., Мирзаханова А.Т., Аветисян Р.Т., Казарян Р.Р. Применение и использование технологии виртуальной реальности в строительстве// Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы - 2019. с.357-359.
4. Абакумова А.Р., Тартыгина А.Е. BIM-моделирование и жизненный цикл в строительстве//Школа юных инноваторов – 2018. с.10-12.
5. Образцова А.П. Содержательные аспекты и ключевые технологии BIM-моделирования в строительстве и девелопменте//Наука молодых – будущее России – 2019. с.282-286.

*Студентка 4 курса обучения 14 группы ИСА Мирзаханова А.Т.
Студентка 3 курса обучения 15 группы ИСА Боровкова А.Е.
Научный руководитель – проф., д-р. техн. наук, проф. Р.Р. Казарян*

ВІМ-ТЕХНОЛОГИИ КАК НЕОТЪЕМЛЕМАЯ ЧАСТЬ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СТРОИТЕЛЬСТВА

ВІМ (Building Information Modeling, или Информационное Моделирование Зданий) – процесс, который объединяет трёхмерную модель объекта и его реальные физические свойства. То есть основной идеей ВІМ-проектирования является создание единой модели со всеми её составляющими – чертежами, документацией, ведомостями, а также материалами, применяемыми в ходе строительства [1,2].

Цели, для которых используется ВІМ-моделирование:

- 3D визуализация объекта и его составляющих (рис.1);
- расчет и составление сметы (рис.2);
- составление ведомостей материалов, необходимых для строительства;
- обнаружение и анализ несостыковок, сбоев, утечек в строительных системах (рис.3);
- привязка к реальному времени.

Основные преимущества ВІМ-моделирования:

- сокращение сроков проектирования (использование таких методов сокращает сроки примерно на 25%, что позволяет приступить к СМР раньше);
- возможность вносить корректировки (благодаря тому, что чертежи и информация о материалах имеют целостность, то внесение корректировок в модель и документацию доступно на любом этапе проектирования);
- точная оценка затрат на строительство (автоматически составленные спецификации на конструкции, материалы и оборудование сводят вероятность ошибки при определении стоимости строительства к нулю);
- исключение несоответствий между разделами проекта (при проектировании в ВІМ объект является единой системой, которая оценивает работоспособность решений);
- оптимальные решения с технико-экономической точки зрения (возможность принятия лучших решений при вариантном проектировании, с целью обеспечения долгосрочного функционирования объекта).

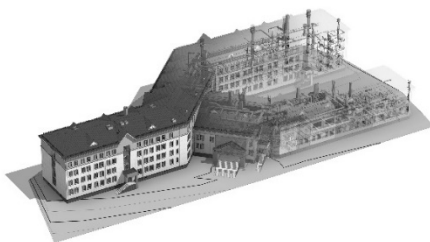


Рис.1. Модель объекта и его составляющие

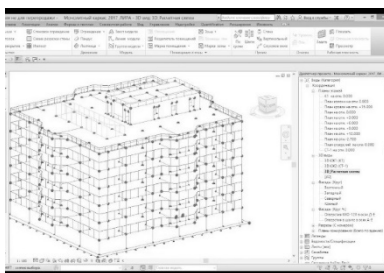


Рис.2. Расчетная схема

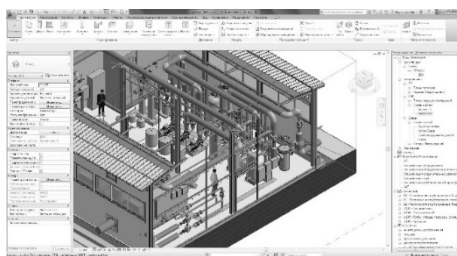


Рис.3. Инженерные коммуникации

В общей сложности, BIM для участников проекта выполняет свои определенные функции и задачи [3-4]:

для заказчика – это возможность контролировать процесс визуализации объекта, управлять рисками при реализации

инвестиционного проекта, знать точную сметную стоимость, контролировать соответствие проектные решения;

для проектировщика – это сокращение времени и ошибок, автоматизация повторяющихся действий, возможность совместной работы специалистов в 3D;

для строителей – это наглядность конечного результата, возможность внесения корректировок прямо на строительной площадке, контроль и отслеживание устранения неполадок, использование электронной технической документации;

Так же, применение BIM-технологий при эксплуатации зданий дает возможность визуализировать изменения в конструкциях [5], отслеживать состояние здания или сооружения, планировать капитальные ремонты и другие операционные задачи, быстро находить и устранять неполадки. Конечно, внедрение BIM требует значительных вложений и является основным инструментом для повышения эффективности на всех стадиях строительства. Данные технологии повышают долговечность здания, координацию всех участников проекта и снижение затрат на этапах жизненного цикла строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Орлов А.К., Кирдин Д.Ю.* Оценка использования инструментария информационного моделирования (BIM) на стадии проектирования объекта недвижимости//International Journal Of Advanced Studies - Т. 7. №2-2. 2017. с. 94-96.
2. *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.
3. *Липидус А.А., Мирзаханова А.Т., Аветисян Р.Т., Казарян Р.Р.* Применение и использование технологии виртуальной реальности в строительстве// Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы - 2019. с.357-359.
4. *Абакумова А.Р., Тартыгина А.Е.* BIM-моделирование и жизненный цикл в строительстве//Школа юных инноваторов – 2018. с.10-12.
5. *Образцова А.П.* Содержательные аспекты и ключевые технологии BIM-моделирования в строительстве и девелопменте//Наука молодых – будущее России – 2019. с.282-286.

*Студентка магистратуры 1 года обучения 21 группы ИСА Назарова
К.А.,
Научный руководитель – проф., д-р. техн. наук, проф. А.А. Ланидус*

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ РИСКОВ

Строительство, на сегодняшний день, является сферой деятельности, в которой постоянно нарушаются сроки сдачи объектов, реальные затраты превышают расходы по сметам. Выявление причин нарушений неизбежно приводит к анализу условий реализации проекта и рисков, которые оказали влияние. Поэтому в настоящее время особо актуальными вопросами являются вопросы, связанные с выявлением и особенностями влияния технических рисков на всем этапе реализации инвестиционного проекта, особенно при строительстве.

Риском, как правило, принято считать ситуацию или событие, наступление которого приводит к негативным последствиям.[1] Однако среди специалистов есть те, кто настаивают, что риск нужно рассматривать и с точки зрения положительного эффекта. Вследствие того, что риск имеет отношение не только к текущим событиям, но также связан с будущими условиями, которые могут оказаться как благоприятными, так и неблагоприятными. Герц и Томас в свое время определили риски как отсутствие предсказуемости относительно результатов последствий в ситуации принятия решения или планирования. Это неопределенность, связанная с оценками результатов - есть вероятность, что результаты могут быть лучше, чем ожидалось или же хуже, чем ожидалось. [2]

Технический риск – это риск, являющийся неопределенным условием или событием (авария, катастрофа) и может быть определен как вероятность того, что неблагоприятное событие произойдет в течение установленного периода времени. [3]

Стоит отметить, что, как правило, технические риски относятся к группе, так называемых, внутренних рисков, поскольку организация может оказывать непосредственное влияние на возникновение и минимизацию данных рисков.

При возведении многоэтажных жилых зданий возможны следующие основные риски, связанные:

1. со способом подачи конструкций и материалов на монтажный горизонт;

2. с повышенными требованиями в вопросах обеспечения комплексной безопасности на объекте, включая противопожарные требования к инженерным системам и оборудованию здания;

3. с возникновением особых монтажных нагрузок в процессе строительства объекта;

4. со сложными решениями внутренних инженерных систем и коммуникаций, сопровождающиеся созданием дополнительных инженерных узлов;

5. с воздействием критически высоких горизонтальных (ветровых) нагрузок;

6. со строительством в условиях плотной городской застройки;

Указанные причины могут привести к следующим негативным последствиям [4,5]:

1. срыв сроков окончания и ввода объекта в эксплуатацию;

2. увеличение финансовых затрат на строительство;

3. ограничение проведения СМР;

4. человеческие жертвы;

5. ограниченный список машин и механизмов, которые могут быть задействованы в СМР;

6. ограниченный выбор материалов ответственных конструкций (степень подвижности бетонной смеси);

7. дефекты и обрушения ответственных конструкций.

В ходе проведения исследования оценки влияния технических рисков был выбран объект строительства ЖК «Столичный» компании Главстрой и проведен анализ основных существующих рисков (см. табл.1).

Таблица 1

Наиболее значимые технические риски 17-ти этажных жилых домов ЖК «Столичный»

Классификация риска	Описание риска	Возможные последствия	Степень влияния	Ответственное лицо
Риски, связанные с материалами и конструкциями	Подвижность в бетонной смеси	Срыв сроков; увеличение финансовых затрат; человеческие жертвы	Высокая	Тех.Заказчик
Риски, связанные с противопожарными требованиями	Организация противопожарных мероприятий	человеческие жертвы; увеличение стоимости	Средняя	Тех. Заказчик

Риски, связанные со сложными решениями инженерных систем	Ошибки монтажа инженерных систем водоотведения и канализации	срыв сроков; увеличение стоимости	Низкая	Проектировщик ; Тех. Заказчик
--	--	-----------------------------------	--------	-------------------------------

Таким образом, вопросы, связанные с выявлением, оценкой и анализом возникающих технических рисков на этапе возведения многоэтажного жилого дома является наиболее востребованной на этапе планирования инвестиционного проекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Латидус 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.
2. *Латидус А.А., Мирзаханова А.Т., Аветисян Р.Т., Казарян Р.Р.* Применение и использование технологии виртуальной реальности в строительстве// Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы - 2019. с.357-359.
3. *Абакумова А.Р., Тартыгина А.Е.* BIM-моделирование и жизненный цикл в строительстве//Школа юных инноваторов – 2018. с.10-12.
4. *Образцова А.П.* Содержательные аспекты и ключевые технологии BIM-моделирования в строительстве и девелопменте//Наука молодых – будущее России – 2019. с.282-286.
5. *Латидус А.А., Шестерикова Я.В.* Исследование комплексного показателя качества выполнения работ при возведении строительного объекта//Современная наука и инновации. - 2017. - № 3. С. 128 - 132

ОЦЕНКА СПОСОБОВ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО ДОСТУПУ К КОНСТРУКЦИЯМ ВЫСОТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ

Результат выполненных исследований представляет собой авторский способ оценки наиболее рациональной организации данных видов работ.

Методика. Для проведения исследования в настоящей статье выбран сравнительный метод. В качестве сравниваемых основных параметров методов организации работ по организации доступа к высотным объектам выбраны: трудозатраты, продолжительность, стоимость, время работы машин.

Основная часть. Цель исследования — это рассмотреть и сравнить методы организации работ по антикоррозионной защите высотных объектов.

Объектом исследования являются процессы производства строительно-монтажных работ [1,2]. Предмет исследования: способность организации работ по антикоррозионной защите высотных объектов изготовить строительную продукцию в заданный срок, с минимальными затратами и с соблюдением действующих требований охраны труда и промышленной безопасности.

Задачи исследования:

- систематизировать современные методы организации работ по антикоррозионной защите высотных объектов;
- определить область практического применения авторского подхода организации работ по антикоррозионной защите высотных объектов.

Рассмотрим основные применяемые сегодня методы организации доступа к высотным конструкциям для выполнения антикоррозионных работ.

1. Применение альпинистских систем.

Данный метод представляет собой совокупное применение веревок, анкерных систем, карабинов для крепления и страховочную систему для обеспечения доступа рабочего к высотным конструкциям (Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 28 марта 2014 г. N 155н «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте»).

2. Применение строительных люлек или фасадных подъёмников.

При использовании строительных люлек или фасадных подъёмников, доступ обеспечивается путём вертикального перемещения люльки, подвешенной на тросовой системе или перемещения подъёмника вдоль зафиксированной мачты.

3. Применение строительных лесов.

При применении строительных лесов – доступ обеспечивается со вспомогательных конструкций строительных лесов, состоящих из стоек, связей и рабочих настилов.

4. Применение роботизированных систем выполнения работ.

Применение роботизированных систем выполнения работ по антикоррозионной защите – автором предлагается на стадии проектирования и изготовления конструкций (либо проведение соответствующей модернизации уже эксплуатирующихся) высотных мачтовых объектов предусматривать систему направляющих обеспечивающих перемещение и работу робота-манипулятора выполняющего работы без прямого участия человека [3,4,5].

Сравним традиционные методы и предлагаемый автором в качестве перспективного метод применения роботизированных систем выполнения работ. Для сравнения предлагается присваивать по каждому из параметров баллы от 1 до 4 (чем выше бал, тем выше эффективность для данного параметра). Сравнение приведено в Таблице 1 (на основе расчётов автора).

Таблица 1.

Сравнение методов организации работ для обеспечения доступа к конструкциям каркасных дымовых труб и высотных мачтовых объектов

Метод организации работ для обеспечения доступа к конструкциям	Трудозагратаы	Продолжительность	Стоимость	Время работы машин	Обеспечение безопасности	Проектирование вспомогательных	Обеспечение удобства проведения	Сумма баллов
Применение альпинистских систем	3	2	4	4	1	4	1	9 ¹
Применение строительных люлек и фасадных подъёмников	2	3	3	3	2	2	2	7 ¹
Применение строительных лесов.	1	1	1	2	3	3	3	4 ¹
Применение роботизированны	4	4	2	1	4	1	4	20

Х систем выполнения работ по антикоррозионно й защите									
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Выводы

Из результатов исследования, можно заключить, что метод организации с применение роботизированных систем выполнения работ по антикоррозионной защите является не менее эффективным, чем массово применяемые, и представляет научный интерес с целью его проработки и возможного дальнейшего внедрения [1,2,3,4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *А.М. Ельшин, М.Н. Ижорин, В.С. Жолудов, Е.Г. Овчаренко*// Под ред. С.В. Сатьянова. Дымовые трубы. — М.: Стройиздат, 2001.
2. Автоматизация организационно-технологического проектирования в строительстве. Синенко С.А., Гинзбург В.М., Сапожников В.Н., Каган П.Б., Гинзбург А.В. Саратов: Вузовское образование, 2019. - 240 с.
3. *Синенко С.А., Познахирко Т.Ю., Частников А.А.* Исследование факторов, влияющих на эффективность монтажа металлоконструкций при возведении высотного здания// Наука и бизнес: пути развития. – № 5(95) – 2019. С. 168-172
4. *Sinenko S, Zhadanovsky B., Obodnikov V.* Construction machines requirement for the building site// Web of Conferences Vol.110, 01036 (2019) 2019 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911001036>.
6. *Латидус А.А.* Организационное проектирование и управление крупномасштабными инвестиционными проектами.-М.: Вокруг света, 1997.

ИССЛЕДОВАНИИ ОСНОВНЫХ ПОДХОДОВ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Бизнес-процессы на предприятиях претерпевают значительные изменения, которые прежде всего связаны с сохранением или улучшением их конкурентоспособности. В этом аспекте, эффективность системы управления приобретает особое значение в контексте поддержания конкурентоспособности и дальнейшего эффективного развития предприятия. Результаты такой оценки используются при анализе деятельности строительного предприятия как в целом, так и в области управления, они позволяют устанавливать масштаб и направления изменений, прогнозировать их влияние на ключевые параметры деятельности предприятия, выявлять важнейшие факторы роста, принимать соответствующие управленческие решения по дальнейшей деятельности предприятия и его подразделений [1]. Было установлено наличие многих подходов, как похожих между собой, так и совершенно разных, к оценке эффективности управления. Основная причина существования этих подходов заключается в том, что управление тесно связано со всеми экономическими и социальными процессами, происходящими на предприятии. Попытка систематизировать имеющиеся подходы к оценке эффективности управления сделала в своих трудах А.В. Тихомирова. Первый подход, предлагает оценивать эффективность управления как эффективность производства. Существование такого подхода объясняется неотделимостью процесса управления от результатов производственно-хозяйственной деятельности. Во втором подходе предлагается оценивать эффективность управления на основе конечных результатов деятельности предприятия, по сравнению с затратами на управление. Оценка эффективности управления при этом сводится к расчету соотношению величины расходов на управления и полученных при этом результатов, в первую очередь тех, которые отражают повышение эффективности производства [2]. Третий подход предполагает, что эффективность управления следует рассматривать как результативность деятельности конкретной системы управления. Именно эффективность управления рассматривается как результативность деятельности конкретной системы управления, которая характеризуется показателями, относящихся к объекту управления в виде технико-экономических результатов производства и к субъекту управления: финансовые расходы

на содержание управляющей системы, затраты времени на выполнения определенных операций и всего процесса управления. В рамках четвертого подхода оценку эффективности управления предлагается осуществлять на основе оценки степени достижения целей управления деятельностью предприятия. По положениям пятого подхода оценивать эффективность управления предлагается на основе оценки эффективности управленческих решений по двум направлениям. По первым эффективность управления оценивается по эффективности отдельно взятых решений, а потому оценка эффективности должно базироваться на четком определении целей и выборе критериев. Так, при наличии нескольких целей Аунапу Ф.Ф. рекомендует привести различные цели до единой оценки и определить эффективность каждого решение по всем целям, выбирая при этом наиболее эффективный вариант. По второму направлению, оценивать эффективность управления на основе оценки эффективности управленческих решений. Эффективность управления оценивается исходя из оценки процесса принятия управленческих решений. К этому направлению относится подход, согласно которому оценка качества управленческих решений не связана с перебором возможных вариантов по критерию их эффективности, а является составной частью системы управления и оценивается с помощью показателей количества, качества и оперативности выполненных решений. Шестой подход сочетает те взгляды, согласно которым управление базируется на оценке эффективности управленческого труда. При оценке эффективности управленческого труда рассматриваются расходы, связанные с работой управленческого персонала. При проведении такой оценки эффективность управления отождествляется с понятием экономической эффективности управленческого труда. Данное понятие является более узким, так как охватывает только реализованный труд в сфере управления материальным производством за счет оптимизации и рационализации управленческой деятельности [3, 4]. Эффективность управления с этой точки зрения означает достижение целей организации путем использования персонала по принципу экономичного расхода ограниченных ресурсов. Этот принцип имеет зависимость между результатом труда и масштабом использования такого результата. Кроме того, почти все сторонники шестого подхода концентрируют внимание не только на определении экономической эффективности управленческого труда, но и на социальной эффективности. Экономическая эффективность означает реализацию персоналом целей организации за счет использования ресурсов предприятия или решения задач управления с наименьшими затратами [5]. Социальная же эффективность проявляется в степени достижения индивидуальных

целей работников и характеризует удовлетворенность ожиданий, желаний, потребностей и интересов работников. Кроме того, социальная эффективность имеет два направления: ориентация на работу и ориентация на отношения с другими людьми. Возникновение седьмого подхода связано с оценкой эффективности совершенствования управления производством. Суть этого подхода базируется на определении эффекта, полученного по результатам реализации мероприятий по совершенствованию управления производством. Этот эффект соотносится с затратами на проведение этих мероприятий.

Таким образом, анализ имеющихся подходов к оценке эффективности управления показал, что все подходы целесообразно объединить в три общих подхода. Комплексный подход предполагает оценки эффективности управления предприятием по комплексу отдельных элементов системы управления. Селективный подход предполагает оценку эффективности управления предприятием с точки зрения одного элемента системы управления. По фрагментарным подходом оценка эффективности управления предприятием проводится по различным аспектам или компонентами управления, которые не входят в состав системы управления. В свою очередь, оценка эффективности управления в пределах каждой из подсистем должна осуществляться на основе выбора критериев и определения показателей, способных отразить степень достижения организацией поставленных целей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Олейник, П.П.* Организация строительного производства. Монография /Олейник П.П. – Изд-во АСВ. 2010. – 576 с.
2. *Синенко С.А., Познахирко Т.Ю., Частников А.А.* Исследование факторов, влияющих на эффективность монтажа металлоконструкций при возведении высотного здания// Наука и бизнес: пути развития. – № 5(95) – 2019. С. 168-172
3. *Sinenko S, Zhadanovsky B., Obodnikov V.* Construction machines requirement for the building site// Web of Conferences Vol.110, 01036 (2019) 2019 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911001036>.
4. *Павлов, А.С.* Использование ресурсов в строительных организациях. Учеб.пособие для вузов; МГСУ. - М.: Архитектура-С. 2009. –97 с.
5. *Абакумова А.Р., Тартыгина А.Е.* BIM-моделирование и жизненный цикл в строительстве//Школа юных инноваторов – 2018. с.10-12.

*Студент 5 курса 3 группы ИСА Постарнак Е.О.,
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. М.Ф. Кузин, ст.
преп. Я.В. Шестерикова*

ЭЛЕМЕНТЫ ПОТОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КОМПЛЕКСОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Современная возрастающая сложность строительных систем и процессов приводит к трудностям принятия оптимальных решений по организации и управлению. Грамотное распределение времени и материально-технических ресурсов гарантирует финансовое устойчивое положение строительства. Аналитические модели организации и управления строительством необходимо развивать и оптимизировать для анализа возможно принятых решений [1, 2].

Проектирование застройки жилых комплексов является последовательностью комплексных и простых работ. Комплексные процессы представляют собой совокупность простых процессов, которые связаны строгой технологической зависимостью. Для организации производства простых и комплексных строительных работ и процессов применяют три основных метода: последовательный, параллельный и поточный. Поточный метод, как наиболее сложный, но являющийся комбинацией остальных двух методов, исключает их недостатки и усиливает преимущества.

В данной статье рассматривается подход к расчету матрицы для неритмичного потока с неоднородным изменением ритма, а именно оптимизация основного расчетного параметра – общей продолжительности работ. Оптимальный порядок начала производства работ рассчитывается с помощью коэффициента очередности, однако данный алгоритм не позволяет определить минимально возможную продолжительность работ в зависимости от порядка выполнения на захватках, поэтому была написана программа, считающая продолжительность работ по всевозможным вариантам (а их $N!$, где $N!$ – количество перестановок строк матрицы, то есть захваток).

Далее приведен текст программы и пример решения задачи, в которой проблема минимизации является существенной (9 процессов, 9 захваток - Рис 1).

Программа написана на языке Python 2.7 в программной среде Spider (является свободной интерактивной [IDE](#) для научных расчетов на [языке Python](#), обеспечивающая простоту использования функциональных возможностей и легковесность программной части). Отладка кода происходила на простых задачах с небольшим количеством строк и

В данной работе не учтена увязка механизмов, используемых при организации строительства, что является следующим этапом выполнения исследовательской студенческой задачи [5].

Подводя итог, в данной работе получен отлаженный алгоритм, позволяющий считать минимальную продолжительность работ неритмичного потока с неоднородным изменением ритма, сокращающий время расчета и исключаяющий арифметические ошибки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Олейник, П.П.* Организация строительного производства. Монография /Олейник П.П. – Изд-во АСВ. 2010. – 576 с.
2. *Синенко С.А., Познахирко Т.Ю., Частников А.А.* Исследование факторов, влияющих на эффективность монтажа металлоконструкций при возведении высотного здания// Наука и бизнес: пути развития. – № 5(95) – 2019. С. 168-172
3. *Sinenko S, Zhadanovsky B., Obodnikov V.* Construction machines requirement for the building site// Web of Conferences Vol.110, 01036 (2019) 2019 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911001036>.
4. *Синенко С.А., Шестерикова Я.В.* Некоторые вопросы управления проектами возведения зданий в современных условиях городской застройки // В сб.: Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы - 2019 Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 478-483.
5. *Sinenko S.A., Feldman A.O.* Efficiency Perfection of Organizational-Technological Decisionson the Basis of Information Flows in the Construction of Multi-Storey Residential Buildings. International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern technologies IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 463 (2018) 042010. IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/463/4/042010.

Студентка магистратуры 2 года обучения 22 группы ИСА Сабенина С. В.

Научный руководитель – проф., д-р. техн. наук., проф. С. А. Синенко

РАЗРАБОТКА ОСНОВ ПЛАНИРОВАНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Проектирование и строительство многоэтажных зданий требует глубокой профессиональной и организационной подготовки, больших затрат труда и материальных ресурсов [1]. Организационно-управляющие воздействия в проектно-строительной деятельности направлены на решение таких задач как нахождение источника (ов) и необходимого объема финансовых ресурсов, выбор методов организации строительного производства, создание календарного плана работ, подбор исполнителей, подготовка контрактов и их заключение, регулирование ряда вопросов техники безопасности, охраны труда и качества выполненных работ, анализа затрат, прибыли и возможных рисков. Из этого следует, что успешное управление реализацией организационно-технологических решений (ОТР) позволяет избежать некоторых убытков во время строительства здания, возникающих из-за досрочного начала строительства, несвоевременного финансирования, неправильно рассчитанных непроизводственных затрат. Для многоэтажных зданий комплекс ОТР представляет собой достаточно большой объем документов, а организационно – технологические решения, разработанные с учетом неполной информации об объекте, отличаются также повышенной сложностью. Для предоставления ОТР заказчику необходимо кратко предоставить информацию о планируемых действиях [2,3]. Ввиду того, что строительство многоэтажного здания предусматривает большое количество субподрядных организаций и сложные технологические взаимосвязи придают вероятностный характер процессу управления строительным производством, а также достаточно сложные взаимодействия с заказчиками, проектными организациями, поставщиками материальных и других ресурсов, реализация ОТР становится весьма сложным и трудоемким процессом. В условиях неопределенности (неполноты информации) процесс планирования становится еще более сложным. Для решения проблемы неполноты информации необходимо в первую очередь определиться с тем, что представляет собой это понятие, каковы основные причины неполноты информации, а также каково её влияние на реализацию организационно-технологических решений. Неполная информация – это

отсутствие доступа ко всей возможной информации. Неполнота информации возникает в результате влияния ряда факторов, а именно фактора цены информации – за информацию не заплатят больше, чем она способна принести прибыли, фактора времени – актуальность информации меняется с течением времени, человеческого фактора – ищущие информацию не в состоянии запомнить и переработать весь объем доступной им информации, а также сам уровень обработки информации часто является недостаточным для получения достоверных данных [4]. Существует несколько критериев качества информации, к ним относят полезность, актуальность, вероятность (правдивость), объективность, полнота, понятность, готовность, однозначность. Неполная информация препятствует принятию оптимальных решений, вызывает дополнительные транзакционные издержки, из-за неопределенности участники строительства оказываются в неравных условиях при принятии решений, она оказывает влияние на поведение фирм, поскольку увеличение неопределенности ведет к возрастанию склонности фирм к кооперативным стратегиям поведения. Существует несколько способов компенсации неполноты информации:

- применение принципов эластичности и гибкости в процессе планирования;
- математическое моделирование взаимного влияния факторов друг на друга;
- применение современного программного обеспечения для быстрой компенсации изменений;
- применение краткосрочного планирования;
- организационное стратегическое предвидение.

Помимо неполноты информации существует такое понятие как «асимметрия информации». Данное понятие представляет собой неравномерное распределение информации о товаре между сторонами сделки. Асимметрия информации оказывает положительное влияние на строительный рынок. Устойчивая асимметрия информации на рынке ведет к тому, что участники строительства вынуждены постоянно искать самую новые знания и информацию, преодолевать риски и неопределённость инвестиционных транзакций. Чем сильнее это состояние, тем меньше уверенность участников рынка в достаточности информационной составляющей их мотиваций для принятия решений. Отсюда следует увеличение стремления подобрать необходимые средства, способные уменьшить информационную асимметрию и способствовать снижению риска [5].

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что в процессе планирования реализации организационно-технологических решений по возведению многоэтажных зданий необходимо учитывать не только

большой объем данных, ввиду сложности будущей постройки, но и влияние, оказываемое неопределенностью информации. Только учитывая совокупность всех факторов можно создать оптимальный план по реализации ОТР, а также добиться снижения издержек и максимизации прибыли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Демидова Л. А., Кураковский В. В., Пылькин А. Н. Принятие решений в условиях неопределенности. — М.: Горячая линия. Телеком, 2015. 283 с.
2. Розенберг И.Н., Старостина Т.А. Решение задач размещения с нечеткими данными с использованием геоинформационных систем // М. Научный мир, 2006. 208 с.
3. Цветков В. Я. Ситуационное моделирование в геоинформатике // Информационные технологии. 2014. №6. С.64-69.
4. Синенко С.А., Познахирко Т.Ю., Частников А.А. Исследование факторов, влияющих на эффективность монтажа металлоконструкций при возведении высотного здания // Наука и бизнес: пути развития. – № 5(95) – 2019. С. 168-172
5. Синенко С.А., Шестерикова Я.В. Некоторые вопросы управления проектами возведения зданий в современных условиях городской застройки // В сб.: Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы - 2019 Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 478-483.
6. Sinenko S.A., Feldman A.O. Efficiency Perfection of Organizational-Technological Decisionson the Basis of Information Flows in the Construction of Multi-Storey Residential Buildings. International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern technologies IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 463 (2018) 042010. IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/463/4/042010.
7. Мирошникова И.М., Синенко С.А. Комплексная модель системы выбора рациональных решений по организации строительных процессов при возведении многоэтажных зданий//Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 6 (84). С. 71-75.

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ПРОЕКТЕ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Для принятия наиболее рационального и оптимального варианта проекта производства работ (ППР), необходимо проанализировать и оценить каждый вариант с помощью технико-экономических показателей (ТЭП), которые характеризуют затраты времени, труда и материально-технические ресурсы [1].

Сами ТЭП можно выделить как характеристики объекта, способствующие представлению эффективности принятых проектных, организационно-технологических решений (ОТР) при сопоставлении с аналогичными показателями, достигнутыми в практике строительства [2].

Технико-экономическую эффективность ППР зависит от таких факторов, как: продолжительность строительства, стоимость комплекса строительно-монтажных работ (СМР), которые в свою очередь не могут быть определены без таких показателей, как:

- Уровень производительности труда;
- Механовооруженность;
- Энерговооруженность;
- Рациональный подбор параметров строительного парка машин.

Технико-экономические показатели, приведённые в этой работе, имеют одну из основных ролей, при проектировании ППР и их понятия можно выделить так:

Уровень производительности труда ($V_{п.т.}$) определяется отношением объема выполненных работ (V_p (m^2 , m^3)) в определенных период к среднему числу рабочих, работающих на стройке в тот же период (n_p) [3]:

$$V_{п.т.} = \frac{V_p}{n_p} \quad (1)$$

Механовооруженность труда ($M_{тр}$) устанавливают отношением денежной стоимости всего имущества организации в виде строительных машин и механизмов, работающих в конкретный промежуток времени ($C_{мех}$ (тыс. руб.)) к среднему числу рабочих, работающих на стройке в тот же период:

$$M_{тр} = \frac{C_{мех}}{n_p} \quad (2)$$

В составе ППР можно выделить следующие формы показателя, как энерговооруженность:

Энерговооруженность строительства ($\mathcal{E}_{стр}$) устанавливается отношением суммарной мощности ($N_{общ}$ (кВт)) двигателей, установленных на строительных машинах и механизмах, соответствующим 1 млн. руб. общего финансового обеспечения за определенный период времени в виде 1-ого года (C (млн. руб.)) СМР, выполняемых собственными силами организации [4]:

$$\mathcal{E}_{стр} = \frac{N_{общ}}{C} \quad (3)$$

Энерговооруженность труда:

$$\mathcal{E}_{тр} = \frac{N_o}{n_p} \quad (4)$$

Коэффициент использования парка строительных машин во времени (K_n) устанавливается отношением количества фактически отработанных машино-дней (T_ϕ) за определенный период времени к календарному количеству дней нахождения в имуществе хозяйства за тот же период (T_k) [4]:

$$K_n = \frac{T_\phi}{T_k} \quad (5)$$

Коэффициент использования машин по времени ($K_{маш}$) устанавливается отношением фактического количества времени (T_ϕ) работы машин в год к плановому рабочему времени ($T_{пл}$) установленному на год [4]:

$$K_{исп} = \frac{T_\phi}{T_{пл}} \quad (6)$$

Коэффициент использования машин по производительности ($K_{пр}$) устанавливается отношением фактической выработки (B_ϕ) машин за определенный период времени к плановым нормам, то есть расчетным величинам ($B_{пл}$) за тот же период времени [4]:

$$K_{пр} = \frac{B_\phi}{B_{пл}} \quad (7)$$

Коэффициент сменности работы машин ($K_{см}$) устанавливается отношением машино-часов, отработанных однотипными видами машин за определенный период времени ($T_{ф.ч.}$) к произведению числа машино-дней непосредственной работы этих машин ($T_{дн}$) и средней продолжительности рабочего дня при пятидневной неделе ($t_{р.д.}$) [4]:

$$K_{см} = \frac{T_{ф.ч.}}{T_{дн} * t_{р.д.}} \quad (8)$$

Выбор комплекта строительных машин следует производить с научно-технической точки зрения на начальном этапе создания проектно-сметной документации для конкретного строительного

объекта и произвести анализ предлагаемых показатели, непосредственно, в разделе проекта производства работ. [5].

Генподрядчик обязуется предварительно запроектировать ППР, согласно регламенту требований СП 48.13330.2011 «Организация строительства», для индивидуальной строительной площадки.

В ходе разработки проекта производства работ, при показателях равных или численно меньше эталонных показателей следует произвести оценку и анализ сравнительных вариантов с аналогичными показателями, для принятия варианта с наиболее эффективными технико-экономическими показателями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Теличенко В.И., Терерентьев О.М., Лapidус А.А.* Технология строительных процессов // Учебник. -М.: Высш.шк., 2007. -512 с.
2. *Sinenko S, Zhadanovsky B., Obodnikov V.* Construction machines requirement for the building site // Web of Conferences Vol.110, 01036 (2019) 2019 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911001036>.
3. *Жадановский Б.В., Синенко С.А., Кужин М.Ф.* Технологическая оснастка и средства механизации бетонных работ // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2018. Т. 8. № 2 (25). С. 115-122.
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 строительно-монтажных работ // Научное обозрение 2015. Т.8 №13. С.123-127
5. *Мирошникова И.М., Синенко С.А.* Комплексная модель системы выбора рациональных решений по организации строительных процессов при возведении многоэтажных зданий // Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 6 (84). С. 71-75

ВЫБОР ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПОДЗЕМНОГО ПАРКИНГА

Современное строительство многоэтажных жилых зданий, торговых комплексов, офисных зданий не обходится без обустройства подземной парковки. И для этого есть основания. Подземный паркинг имеет массу плюсов: он экономит наземное пространство, экологичен (газы не загрязняют воздух перед зданием), машина защищена от воздействия атмосферных осадков, гораздо меньше риск угона чем, на наземной парковке. Но обустройство подземной парковки дело не из легких [1].

Одно из главных требований, предъявляемых к подземному паркингу, это нормальный температурно – влажностный режим, который достигается применением эффективных гидроизоляционных материалов. Повышенная влажность ведет к уменьшению несущей способности и эксплуатационного срока здания, вызывает коррозию арматуры, она также отрицательно сказывается на состоянии автомобилей, становясь причиной усиленной коррозии, которая будет сокращать срок эксплуатации машин [2].

Ежегодно большое количество собственников обращается в суд с исками в связи с некачественно выполненными работами по гидроизоляции парковки и суд удовлетворяет иски и обязывает подрядчика, либо застройщика осуществить ремонт и произвести выплаты в пользу истца и государства. Поэтому в интересах застройщика сделать изначально хорошую гидроизоляцию [3].

При проектировании гидроизоляционного покрытия парковки любой проектировщик опирается на большой перечень нормативных документов. Основными являются: СП 250.1325800.2016 «Здания и сооружения. Защита от подземных вод», МДС 12-34.2007 «Гидроизоляционные работы», СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции», СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии».

Большой перечень документов, в каждом из которых имеются свои требования, предъявляемые к гидроизоляционному покрытию, усложняет процесс проектирования. Возможность использования того или иного способа защиты оценивается исходя из инженерно - геологических, гидрогеологических условий, конструктивных особенностей и класса сооружения; к бетону предъявляются требования по трещиностойкости, морозостойкости, водонепроницаемости, и, естественно, по прочности. То есть при разработке защиты,

проектировщик вынужден «прыгать» с одного документа в другой, что нерационально [4].

Проанализировав также имеющиеся типовые технологические карты, можно сделать вывод, что в настоящий момент нет четких рекомендаций по выбору организационно - технологических решений по гидроизоляции подземного паркинга. Несомненно, имеется большое количество также интернет - ресурсов, которые рекомендуют использовать то или иное решение, но при проектировании мы можем опираться только на доверенные источники информации.

Таким образом, возникает необходимость создать такой инструмент, которым могла воспользоваться строительная организация и который бы мог для конкретных условий строительной площадки, с учетом всех требований, предъявляемых к гидроизоляционной защите, выявить наиболее рациональное и экономически эффективное организационно-технологическое решение для защиты от подземных вод [5].

В качестве примера подобного инструмента, значительно упрощающего выбор организационно - технологического решения гидроизоляции, можно привести СН 301-65 «Указания по проектированию гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений», который, к сожалению, сейчас недействительный. В данном нормативном документе имелась сводная таблица с рекомендации по выбору типа гидроизоляции с учетом гидростатического напора, типа и категории изолируемой конструкции, группы трещиностойкости. То есть проектировщику достаточно было иметь начальные сведения об объекте, и с помощью этой таблицы он мог легко определить наиболее подходящую для данных условий защиту: металлическую, цементную, штукатурную, обмазочную оклеечную. Сейчас, к сожалению, подобного документа нет.

В данной статье, был сделан обзор на процесс проектирования и выбора организационно-технологических решений для гидроизоляции парковки. В дальнейшем хотелось бы глубже изучить проблему несовершенства нормативной и организационно-технологической документации при создании гидроизоляционной защиты подземных частей зданий, так как современная урбанистика, говорит об особенной актуальности комплексного освоения подземного пространства, которое, естественно, невозможно без правильно обустроенной гидроизоляционной защиты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бидов Т.Х., Хубаев А.О.*, Использование нанотехнологий при изготовлении бетона// В сборнике сборник трудов XX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных. 2017. С. 902-904
2. *Науменко Е. Ю.* Организация парковочного пространства в общей системе дорожного движения в городах: Автореф. дис. канд. техн. наук. / Е.Ю. Науменко. – Волгоград., 2012. – 16 с.
3. *Гнездилов С.Г.* Обзор средств механизации парковочного пространства//Наука и образование. 2012. № 7.
4. *Менн А., Петров Е., Никитин А.* «Умные» парковки в «умных» городах // Транспортная стратегия - XXI век. 2018. № 38. С. 11-13.
5. *Иванов С.А.* Создание «умных парковок» в рамках реализации концепции «умный город» // В сборнике: Транспортные и транспортно-технологические системы Материалы Международной научно-технической конференции. Отв. ред. Н. С. Захаров. 2018. С. 127-129.

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИЛЫХ ДОМОВ В РАЗНЫХ СТРАНАХ

Жилищный вопрос является одним из самых актуальных на данный момент. По рейтингу ОЭСР, куда входят практически все развитые страны мира, позиции по жилищным условиям россиян находятся далеко не на высшем уровне. В первую очередь причиной проблемы является высокая стоимость квадратного метра жилплощади [1]. Результаты исследования ЕМИСС: Федеральной службы статистики приведены на рис. 1.



Рис. 1. Средняя фактическая стоимость строительства одного квадратного метра общей площади жилых помещений во введенных в эксплуатацию жилых зданиях в Российской Федерации

Высокая стоимость жилплощади в многоэтажных домах складывается из стоимости материала и стоимости работ. Также большое значение имеет выбранное место строительства (город, район и т.д.). Снизить стоимость возможно за счет [2, 3]:

- экономии на проекте;
- экономии на материалах;
- экономии на строителях.

Экономия на строительных материалах порой чревата более серьезными затратами в будущем. Такая же ситуация обстоит и с подбором строителей: принимать стоит только квалифицированных работников, чтобы избежать проблем с производством. Стоимость может существенно сократиться при условии изменения технологии строительства. Далеко не каждая технология строительства, появившаяся в другой стране, подойдет для использования в России. Это зависит и от количества осадков, и перепада температур, и от свойств грунта, и многого другого. Однако российские инженеры

смогли перенять опыт строительства у государств с похожими климатическими условиями. К таким относятся Канада, Норвегия, Швеция, Дания. Например, если заменить сложное многоэтажное строительство из бетона и железобетона на малоэтажное (таунхаусы) из клеендеревенных плит, то можно получить экономию за счет более дешёвого фундамента, несущих конструкций, отсутствии лифтов и т.д. Также в ходе масштабного строительства многоэтажных зданий не редки простои, а они в среднем увеличивают затраты на строительство на 12%. Доля малоэтажного строительства в России на 2019 год по данным НОПРИЗ (национального реестра для проектировщиков и изыскателей) составляет около 30 процентов от общего показателя гражданского строительства. Для сравнения на рис.2. приведены данные других стран.

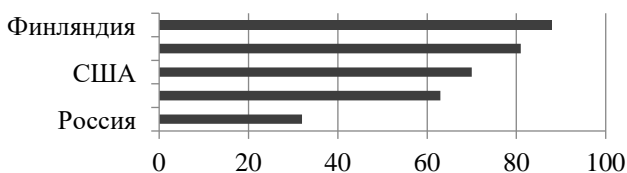


Рис. 2. Количество семей (в %), проживающих в малоэтажных домах

Основными достоинствами малоэтажного строительства по сравнению с многоэтажным являются:

- социально-психологический комфорт - немаловажный фактор для человека. Исследованиями подтверждено, что проживание в «скворечнике» и ежедневный контакт с большим количеством незнакомых людей [4, 5];
- доступность – квадратный метр в малоэтажном доме в пригороде гораздо дешевле, чем в жилье в черте города;
- экологичность – проживание за чертой мегаполиса является более экологически безопасным, чем в центре города. Также само строительство является практически безотходным и не влечёт за собой проблем по демонтажу здания.

В ведущих странах мира придерживаются тенденций унификации элементов, применяемых в строительстве домов. Это помогает существенно снизить стоимость и трудозатраты. Какие технологии мы сумели перенять у стран-соседей? Имея достаточную сырьевую базу в виде деревянных материалов, а также климатические условия, схожие с некоторыми европейскими странами, можно выделить несколько самых используемых технологий, пришедших к нам из стран зарубежья:

Рассмотрим виды деревянных домов других стран и различия в технологии:

- финские, канадские и скандинавские каркасные строения выполняются из клееной древесины, отличаются маленькими затратами по сравнению со строительством из натурального бруса, быстрым и легким возведением здания, не требуют использования дорогостоящего оборудования;

- норвежские дома из лафета (двухкантного бруса) и бревна имеют особенность, называемую «норвежским замком» - угловое соединение, которое со временем за счет усадки уплотняется и становится водонепроницаемым и ветрозащитным;

- канадские и американские бревенчатые здания популярны тем, что они имеют упрощенный дизайн, следовательно, разработка проектов для заказчика не требует много времени, что существенно сокращает сроки строительства. Рассмотрев особенности строительства малоэтажных зданий, можно сделать вывод, что подобная практика имела бы успех в использовании на пригородной территории мегаполисов и менее крупных городах. За счёт огромной площади незастроенных участков наша страна имеет преимущество развития в данном направлении. Применяя технологии других стран в российском строительстве, можно добиться снижения стоимости квадратного метра жилплощади, расширить территорию городов, добиться более благоприятных условий проживания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Sinenko S, Zhadanovsky B., Obodnikov V.* Construction machines requirement for the building site // Web of Conferences Vol.110, 01036 (2019) 2019 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911001036>.
2. *Герасимов Р. А.* Применение инноваций для повышения технологичности производства // Дни студенческой науки. 2019. С. 1308-1310.
3. *Петрова, З.К.* Основы развития малоэтажного градостроительства: монография / З.К. Петрова. - М., 2013
4. *Киркин Д.С.* Тенденции малоэтажного строительства из легких керамических блоков // В сборнике: Севергеоэкотех-2016 Материалы XVII Международной молодежной научной конференции. В 6-ти частях. 2016. С. 121-125.
5. *Блинова А.С., Прозорова Е.С.* Развитие медиа-среды в городском пространстве // Дизайн. Материалы, технология – 2018. С. 11-16.
Студентка 4 курса 9 группы ИСА Чепик Е.Д.
Студентка 4 курса 9 группы ИСА Баранова А.Г.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. М.Ф. Кузгин

ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Индустрия строительства всегда считалась одной из самых сложных, и тщательно контролируемых отраслей, вследствие чего какие-то изменения в ее порядке всегда давались нелегко. Устоявшиеся методы и способы ведения строительства проверены и привычны, введение новых экспериментальных решений требует обязательных проверок, дополнительных уточнений и непосредственных согласований на каждом уровне производства. Ввиду этого, ввести новые технологии довольно сложно, но благодаря им, теперь такие инновации как, например, лазерные сканеры, 3D принтеры являются частью строительного производства и значительно облегчают ее работу. Это доказывает, что как бы консервативна не была строительная отрасль, повсеместная компьютеризация не может не проявиться и в ней. Проекты, в которых все существующие сведения, диаграммы, разработки, претензии, файлы лежат и могут в любой момент быть отправлены из места разработки на строительный объект различными техническими способами или находясь на определенном сервере с доступом каждому участнику ведения производства. Система электронного документооборота (СЭДО) – система, которая применяется сейчас во множестве различных областей. Она заслужила свой статус благодаря дешевизне и доступности оборудования, а именно персональных компьютеров, и значительному облегчению ведения делопроизводства. Разбираясь в этом вопросе, и применении данной темы в строительстве, мы нашли лишь единственный нюанс, который может являться голосом против СЭДО, ввиду учета требований Градостроительного Кодекса, наличие бумажной версии всей документации находящейся на участке. То есть от производства требуется нахождение на объекте печатной документации для всевозможных проверок и внеплановых обходов. А заполнение и той и другой версии документа занимает в два раза больше времени, что необходимо соответствующе оплачивать. [1, 2] В данной статье мы бы хотели осветить важные вопросы, такие как: введение СЭДО на строительную площадку, а так же, осветить правовые стороны этого процесса, объяснить зависимость качества и сокращения сроков реализации проектов благодаря СЭДО.

Главная работа СЭДО – помощь в поиске нужного в определенный момент времени документа, путем указания его определенных признаков, это дает колоссальное преимущество сотрудникам во времени при выполнении своей работы. Это так же сильно удешевляет

хранение документации, так как используется электронная база. Считается, что в помощи СЭДО строительная площадка не нуждается. Что, по нашему мнению, ошибочно, количество актов, журналов и прочей документации ничуть не уступает количеству документации в офисах, в которых СЭДО активно используется. Ведение отчетности на строительной площадке входит непосредственно в обязанности прораба. Он занимается заявками на оборудование и материалы, следит за введением выполненных работ, а также ответственен за инструктажи и проверки соответствия техники безопасности. То есть прораб, как ответственное лицо, осуществляет на строительной площадке функции планирования, организации, учета, контроля. [3, 4] Именно поэтому, ведение отчетной документации занимает огромное количество времени у прораба, что сказывается на качестве и сроках, выполняемых СМР. А благодаря инновации СЭДО множество бумажной работы сократится. А все данные будут доступны каждому участнику строительства, таким как заказчик, застройщик, подрядная организация, проектная организация, органы надзора, в любой необходимый момент. В строительстве часто возникает такая проблема, как долгое согласование договоров, они согласовываются неделями и месяцами. В данной отрасли особо важно соблюдение сроков подготовки и согласования документов, их оформление с требованиями государственных органов с одной стороны и инвесторов - с другой. Внедрение СЭДО позволит сократить это время согласования различных документов между ответственными лицами. СЭДО создает единый реестр документов, приписывает маршруты и этапы согласования. Важным пунктом является и то, что благодаря СЭДО появляется возможность использования электронной подписи – неотъемлемой части любого современного документа. [5, 6] Контроль за качеством, процесс который, с течением времени, всегда стараются улучшить, уточнить для максимально возможного исключения ошибок. Благодаря систематизации данных и тщательному ведению учета ресурсов, в этом вопросе также помогает СЭДО. Отчетные документы содержат много одинаковой по типу информации и благодаря СЭДО возможно автоматизировать процесс создания и заполнения однотипных документов. Программа автоматизируется так, что при введении несоответствующих норм материалов, она выдает ошибку. То есть она будет запрещать внедрение ресурсов несоответствующих паспорту. В следствии чего значительно упрощается работа. Это исключит возможные ошибки при принятии документов ИТР. Если рассмотреть правовые стороны использования СЭДО на строительном производстве, то можно заметить, что законодательство, к сожалению, не в полной мере учитывает прогресс в данной сфере, и поэтому в кодексах и постановлениях точной информации выявить не получилось.

Законодательство все еще вводит положение о том, что все акты должны существовать на объекте в печатном формате. К выводу, мы хотели сказать, о то, что необходимый документ в любой момент времени из электронной версии гораздо проще и быстрее преобразовать в печатный, чем создавать документ от руки, а потом переводить его в электронный вид. И поэтому мы считаем, что лучше создавать сначала документ в электронном виде, а потом уже выводить его, при необходимости, в печатной версии, с приложением к определенной необходимой документации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *А.А. Лapidус, Н.Д. Чередниченко*, Актуальные вопросы планирования строительного производства в современных условиях // Научное обозрение. 2015 №18.С 352-355
2. *Матвеева М.В.* Синхронизация деятельности участников реализации инвестиционно-строительных проектов в жилищном строительстве // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2018. Т. 8. № 2 (25). С. 31-41.
3. *Шмарко И.К.* Система договоров в строительстве // Закон. 2019. № 2. С. 79-88.
4. *А.Ф. Саитгарaев*, Система электронного документооборота как инструмент оперативного управления на строительном участке // Вестник университета. 2016. № 7-8.
5. *А.Ф. Саитгарaев*, Проблемы внедрения системы электронного документооборота в производственных подразделениях строительных организаций // Вестник университета. 2016. № 9.
6. *Волошина А.С., Подоба В.А.* Проблемы организации подрядных тендеров // Актуальные проблемы современности: наука и общество. 2017. № 3 (16). С. 24-27.