

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Инженерно-строительный институт
Кафедра строительства и городского хозяйства

VIII Международный студенческий строительный форум - 2023

(Белгород, 28 ноября 2023 г.)

Том 2

Сборник докладов

Белгород
2023

УДК 69
ББК 38
В78

В78 **VIII** Международный студенческий строительный форум – 2023: сб. докл.: в 2 т. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2023. – Т.2. – 310 с.

ISBN 978-5-361-01277-0 (т.2)
ISBN 978-5-361-01275-6

В сборник вошли доклады, представленные участниками VIII Международного студенческого строительного форума-2023, состоявшегося в Белгородском государственном технологическом университете им. В.Г. Шухова 28 ноября 2023 г. В сборнике представлены доклады по направлениям – «Техническая эксплуатация и мониторинг технического состояния зданий и сооружений», «Ресурсосбережение, обеспечение надежности и долговечности зданий и сооружений», «Материаловедение и нанотехнологии в строительстве», «Управление жизненным циклом объектов строительства».

Издание предназначено для научных и инженерно-технических работников, а также для студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых.

Сборник докладов публикуется в авторской редакции.

УДК 69
ББК 38

ISBN 978-5-361-01277-0 (т.2)
ISBN 978-5-361-01275-6

© Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2023

ОРГКОМИТЕТ ФОРУМА

- Глаголев С.Н. – ректор БГТУ им. В.Г. Шухова
д-р экон. наук, проф.
- Калашников Н.В. – Председатель Правления Ассоциации
"СРО "Строители Белгородской области"
- Евтушенко Е.И. – первый проректор БГТУ им. В.Г. Шухова
д-р техн. наук, проф.
- Давыденко Т.М. – проректор по научной и инновационной
деятельности БГТУ им. В.Г. Шухова
д-р пед. наук, проф.
- Поляков В.М. – проректор по цифровой трансформации
и образовательной деятельности БГТУ
им. В.Г. Шухова канд. техн. наук, доц.
- Уваров В.А. – директор инженерно-строительного института БГТУ
им. В.Г. Шухова д-р техн. наук, проф.
- Сулейманова Л.А. – заведующий кафедрой строительства
и городского хозяйства БГТУ им. В.Г. Шухова
д-р техн. наук, проф.
- Донченко О.М. – канд. техн. наук, проф. кафедры строительства
и городского хозяйства БГТУ им. В.Г. Шухова
- Лесовик В.С. – заведующий кафедрой строительного
материаловедения, изделий и конструкций БГТУ
им. В.Г. Шухова д-р техн. наук, проф.,
чл-кор. РААСН
- Есипов С.М. – канд. техн. наук, доц. кафедры строительства
и городского хозяйства БГТУ им. В.Г. Шухова
- Хахалева Е.Н. – канд. техн. наук, доц. кафедры строительства
и городского хозяйства БГТУ им. В.Г. Шухова
- Обернихин Д.В. – канд. техн. наук, доц. кафедры строительства
и городского хозяйства БГТУ им. В.Г. Шухова
- Фролов Н.В. – канд. техн. наук, доц. кафедры строительства
и городского хозяйства БГТУ им. В.Г. Шухова
- Калмагамбетова А.Ш. – канд. техн. наук., доц. кафедры строительных
материалов и технологии Карагандинского технического
университета, г. Караганда, Республика Казахстан

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	9
Техническая эксплуатация и мониторинг технического состояния зданий и сооружений	
Аниско А.Р. Инновационные решения комплексного благоустройства для повышения безопасности.....	10
Афанасьева Ю.В., Герба Е.А. Сравнительный анализ типовых проектов зданий дошкольных образовательных учреждений 1960-х годов и вновь проектируемых.....	14
Бандюков Д.Н. Основные преимущества и недостатки крышных котельных установок перед другими системами теплоснабжения и ГВС.....	19
Визирякин В.А. Современные методы мониторинга зданий и сооружений.....	22
Гапешкин В.С. Разработка модели реновации объектов капитального строительства.....	26
Губарев С.А., Черских Д.Ю., Лютенко А.О. Современные геотехнические решения по основаниям и фундаментам аварийно-деформированных зданий на слабых грунтах.....	31
Жукова Ю.В. Методы выбора рациональных вариантов организационно-технических решений в организации ремонтно-строительного процесса объектов недвижимости.....	34
Зайцев К.А. Использование современных материалов и технологий в условиях расширения и обновления существующей городской инфраструктуры.....	39
Кулабухов Е. А. Основное оборудование, применяемое в системах водоснабжения и теплоснабжения.....	44
Лобачёв Ю.А. Преимущество теплоэлектроцентралей над конденсационными электростанциями (КЭС).....	48
Макулов Д.М. К вопросу определения прочности и поиску дефектов строительных конструкций.....	51
Мигулина А.А. О техническом состоянии, надежности и методах ремонта и усиления наружных стен на примере здания учебного корпуса ГОУ «Шебекинская общеобразовательная спортивная школа-интернат «Салют» в городе Шебекино.....	57
Нерезова И.С. Анализ методов оценки технического состояния зданий и сооружений.....	62
Нерезова И.С. Взаимосвязь этапов проектирования, строительства и эксплуатации зданий.....	65

Овчаров Р.А.	
Виды и методы мониторинга строительных конструкций зданий и сооружений.....	69
Столярова В. В., Кутоманов Д. Е.	
Основные проблемы и перспективы энергосбережения в России.....	72
Столярова В. В., Кутоманов Д. Е.	
Проблемы и пути их решения жилищно-коммунального хозяйства	75
Токарев С.Е., Шенцев А.М.	
Автоматизация управления инженерными системами и оборудованием здания.....	79
Токарев С.Е., Шенцев А.М.	
Автоматизированные информационно-измерительные системы контроля и учета потребления энергоресурсов.....	85
Чернявский И.А.	
Особенности технического обследования при затоплении подземной части зданий.....	88
Чесноков И.А.	
Технико-экономическая оценка термомодернизации жилого здания.....	91
Штодлер В.В.	
Проблемы воспроизводства жилищного фонда на современном этапе.....	99
Штодлер В.В.	
Особенности воспроизводства жилищного фонда в зарубежных странах.....	103
Ресурсосбережение, обеспечение надежности и долговечности зданий и сооружений	
Антонов Л.С., Новигов А.С.	
Конструкции «зеленых» крыш в современной архитектуре в аспекте энергоэффективности.....	107
Болотских Ю.Ю., Ньямитамбу М., Бондаренко Р.А.	
Анализ основных типов композитного усиления железобетонных конструкций.....	110
Викол Д.И.	
Усиление металлических балок.....	114
Ермак Я.Ю.	
К вопросу о «зеленых» технологиях.....	120
Кизилов А.А.	
Огнестойкость железобетонных конструкций.....	123
Кириллова А.Е., Михайлова А.С.	
Анализ оценки риска инвестиций в строительство в условиях экономического спада.....	127
Кириллова А.Е., Михайлова А.С.	
Проблемы и меры противодействия по управлению финансовыми рисками строительных инвестиций	130
Кирович М.И.	
Особенности повышения энергоэффективности жилых зданий.....	133
Коршикова К.С., Пантелеенко Л.Д.	
Мировой и отечественный опыт внедрения зеленого строительства.....	138

Курзина О.О., Петрий А.А. Солнцезащитные конструкции в современной архитектуре.....	142
Мощенко А.Н. Повышение энергоэффективности зданий на основе интеграции интеллектуального оборудования.....	145
Покидов Н.А. Современные системы сейсмоизоляции зданий и сооружений.....	149
Разумовский Д.В. К вопросу усиления фундамента.....	154
Ратушняк В.Р. Конструктивные мероприятия по повышению огнестойкости несущих железобетонных конструкций.....	158
Сбитнева Д.А., Чмилюк А.Е., Сапегина А.М. Энергоэффективное проектирование зданий.....	161
Шевцова А.В. «Зеленое» строительство: создание комфортной, безопасной и здоровой среды.....	165
Материаловедение и нанотехнологии в строительстве	
Биленко Г.Р., Волченкова В.Н. Бетон на искусственном заполнителе из сталеплавильных шлаков, полученном методом принудительной карбонизации.....	170
Долгих В.Д., Банников М.А. Анализ современных фасадных облицовочных материалов.....	175
Долженков К.В. О деревянном зодчестве в России.....	179
Зайцев Е.А. Технология получения теплоизоляционного материала на основе целлюлозно-бумажных отходов.....	184
Иванова А.И. Аналитический обзор методов и технологии внутренней отделки.....	189
Кравченко Д.Э., Левшин Д.Э. Влияние цвета люминесцентного пигмента на свойства светящихся бетонов.....	194
Крашенинникова Е.А. Оценка влияния высоких температур при пожарах на остаточную прочность металлоконструкций.....	197
Назаренко Е.И. Разработка и исследование полистиролбетона на основе наномодифицированных техногенных отходов.....	201
Найман А.С., Литовченко И.С., Серебренников Е. В. К вопросу использования фибры в строительстве.....	205
Нецвет Д.Д., Кобзев В.С., Ветков В.В., Луговцов Н.В. Влияние комплекса минеральных модификаторов на структурные особенности пенобетона.....	210
Ниязова В.Е. Влияние заполнителей на долговечность тяжелых бетонов.....	214

Попкова М.В.	
Перспективы использования резинотехнических отходов в строительстве.....	218
Пухов И.Е., Лимошенко В.А.	
Применение высокопрочного бетона в строительстве уникальных сооружений.....	222
Рябчевский И.С., Богачева М.А., Сулейманов К.А.	
Анализ методов определения пористой структуры ячеистых бетонов.....	225
Сабынин В.В., Левшин Д.Э.	
Исследование влияния добавок на основе эфиров поликарбоксилатов на физико-механические свойства тяжелого бетона.....	231
Скрябин В.Е.	
Исследование свойств бетона на сжатие при изменении компонентов его системы.....	234
Соболева В.С.	
Оценка влияния различных эксплуатационных воздействий на прочность древесины.....	240
Сырых А.А., Грищенко М.С., Обрезанов А.С.	
Применение сухих строительных смесей в дорожном строительстве.....	246
Сырых А.А., Грищенко М.С., Обрезанов А.С.	
К вопросу применения добавок в асфальтобетон.....	249
Тищенко А.Е.	
К вопросу о свойствах фибробетона от вида используемого армирующего материала.....	253
Тюмкина Е.А.	
Исследование свойств бетона при воздействии высоких температур, приближенных к пожару.....	246
Тюнюков И.А., Биленко Г.Р.	
Исследование свойств композиционных вяжущих веществ из вторичного сырья, твердеющих по смешанному типу.....	262
Файзуллин Д.З.	
Влияние негативных факторов пожара на механические свойства керамических строительных материалов.....	267
Шевцов А.А.	
Применение композитных материалов при усилении строительных конструкций.....	271
Шептун К.Р., Чернышев В.С.	
Армированный пенобетон в строительстве.....	275
Dolgova A.V.	
Overview of properties and application of polymer composite materials.....	278
Управление жизненным циклом объектов строительства	
Глабец П.А., Тарасов М.В.	
Физический износ как фактор управления жизненным циклом объекта недвижимости.....	283
Лавриненко Л.И., Смылова Д.А.	
Автоматизация управления жизненным циклом строительных объектов на разных стадиях.....	287

Лукин П. И.	
Жизненный цикл строительных металлоконструкций, эксплуатируемых в сильноагрессивных средах. Проблемы и возможные пути их решения.....	290
Обайди А.А.Х.	
Применение искусственных нейронных сетей при управлении жизненным циклом объектов строительства.....	297
Сапегина А. М., Сбитнева Д. А., Чмилюк А. Е.	
Понятие, признаки и классификация объектов незавершенного строительства.....	302
Тарасов М.В., Глабец П.А.	
Организационно-технологические решения в строительной отрасли	306

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данный сборник докладов опубликован по результатам VIII Международного студенческого строительного форума – 2023, который состоялся 28 ноября 2023 года в БГТУ им. В.Г. Шухова.

Организатором строительного форума среди молодых ученых является кафедра строительства и городского хозяйства.

Работа VIII Международного студенческого строительного форума – 2023 включала основные направления:

- современные конструкции и расчетные методики зданий и сооружений
- информационное моделирование строительства
- прогрессивные организационно- технологические решения в строительстве
- техническая эксплуатация и мониторинг технического состояния зданий и сооружений
- ресурсосбережение, обеспечение надежности и долговечности зданий и сооружений
- материаловедение и нанотехнологии в строительстве
- управление жизненным циклом объектов строительства

Форум объединил свыше 200 молодых ученых из вузов России и других стран, в их числе:

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

Брянский государственный инженерно-технологический университет, г. Брянск, Россия

Ферганский политехнический институт, Узбекистан

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

Российский университет транспорта» РУТ(МИИТ), г. Москва, Россия

Данангский архитектурный университет, г. Дананг, Вьетнам

Курский государственный университет, г. Курск, Россия

Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия

Россия

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, г. Иваново Россия

Московский Архитектурный Институт (государственная академия), г. Москва, Россия

Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола, Россия

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Орловский государственный аграрный университет им Н.В. Парахина, г. Орёл, Россия

Институт «Академия строительства и архитектуры» (структурное подразделение) Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, г. Симферополь, Россия

Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова г. Караганда, Казахстан

Оргкомитет форума выражает благодарность всем участникам форума и приглашает всех желающих принять участие в последующих форумах и конференциях.

Оргкомитет

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ И МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Аниско А.Р., магистрант

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.
Погорелова И.А.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО БЛАГОУСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

В современном мире, где информационные и коммуникационные технологии проникают во все сферы нашей жизни, концепция безопасного города становится все более актуальной и востребованной.

Утверждена концепция аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» [1] и регулируется «Едиными требованиями к техническим параметрам сегментов аппаратно-программного комплекса» [2].

Аппаратно-программный комплекс «Безопасный город» представляет инновационную модель развития, в которой цифровые технологии применяются для улучшения качества жизни жителей, оптимизации использования ресурсов и повышения безопасности граждан в городской инфраструктуре, а также играет важную роль в благоустройстве городов.

Основная идея комплекса заключается в создании сети взаимосвязанных систем и устройств, собирающих и анализирующих данные, чтобы принимать информированные решения по управлению городом, с целью повышения безопасности граждан. На рисунке отобразена схема основных сегментов аппаратно-программного комплекса «Безопасный город».

Данный программный комплекс ориентирован на обеспечение безопасности и комфорта жителей. Внедрение систем видеонаблюдения, датчиков контроля за безопасностью и системы оповещения позволяют быстро реагировать на чрезвычайные ситуации, снижать показатели совершённых преступлений и обеспечивать общественную безопасность. Кроме того, умные системы управления помогают повысить эффективность работы городских служб, таких как уборка мусора, обслуживание дорог и уличное освещение [3].

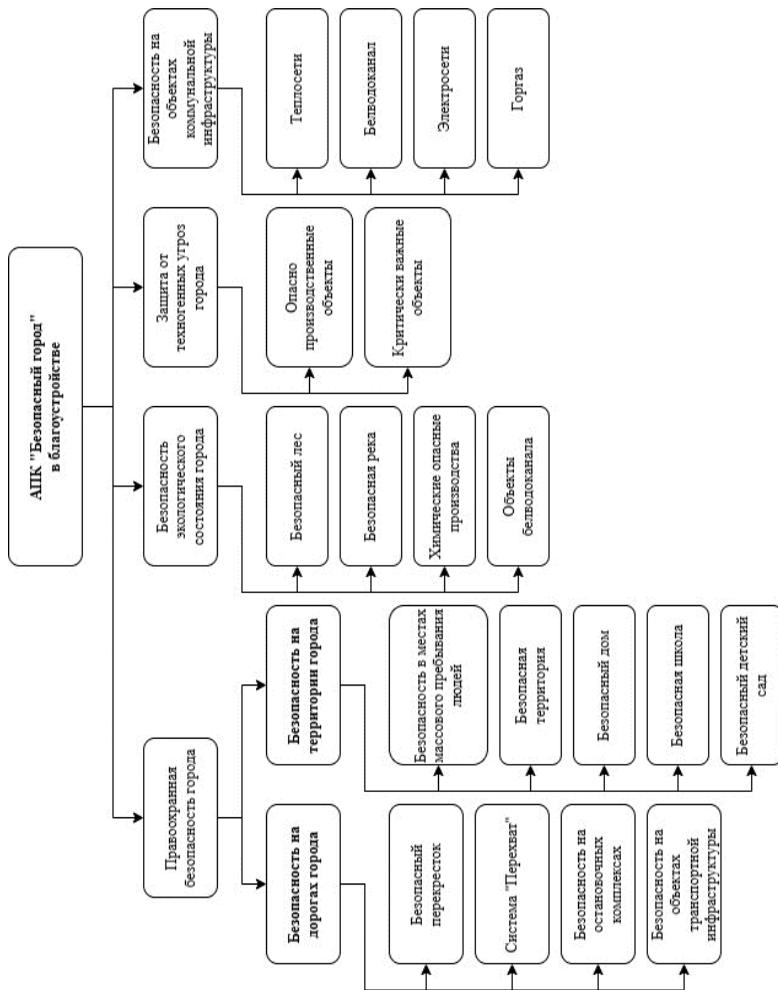


Рис. Схема аппаратно-программного комплекса «Безопасный город»

«Безопасный город» является комплексной программой по благоустройству города с целью создания комфортной [4-6] и безопасной городской среды. Комплексное благоустройство в рамках реализации аппаратно-программного комплекса включает следующие направления:

- развитие транспортной инфраструктуры: строительство и реконструкция дорог, тротуаров, велосипедных дорожек, создание удобных остановок общественного транспорта. Это позволяет обеспечить безопасность движения и улучшить транспортную доступность города;

- обеспечение безопасности: установка видеонаблюдения, освещения, создание системы контроля и управления в общественных местах. Умные системы управления позволяют в режиме реального времени операторам отслеживать ситуацию и оперативно реагировать на возникновение инцидентов, что способствует созданию безопасной и комфортной атмосферы;

- разработка пешеходных зон: организация удобных и безопасных маршрутов для пешеходов, создание зон отдыха и прогулок. Это способствует активной жизни горожан, спорту и здоровому образу жизни;

- размещение информационных табло и указателей: установка информационных стендов, указателей, цифровых табло с информацией о городе, маршрутах общественного транспорта и событиях. Это помогает жителям и гостям города ориентироваться и быть в курсе актуальной информации [7].

Основным направлением для функционирования аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» является разработка и введение в эксплуатацию автоматизированной системы видеонаблюдения с организацией в единой централизованной платформе видеопотоков с мест массового скопления граждан, объектов транспортной и критической инфраструктуры. Ядром системы является «Региональная платформа», которая сводит обработку событий и выявление чрезвычайных ситуаций в едином месте для оператора, как правило, в единой дежурной диспетчерской службе.

В зависимости от сегмента региональная платформа может содержать специализированное программное обеспечение с обеспечением видеоаналитики в целях автоматической обработки происходящих ситуаций и поддержки принятия решений оператором.

Для функционирования аппаратно-программного комплекса при реализации программ по комплексному благоустройству организуются проекты для повышения комфорта граждан, с ориентированием на их безопасность. Создаются

специализированные информационные стенды с возможностью вызвать спецслужбы [8]. Парки, скверы и другие места массового скопления граждан оборудованы системой оповещения населения и современной системой видеонаблюдения с возможностью проведения оперативно розыскной деятельности правоохранительных органов. Данные факторы влекут за собой понижение процента совершенных преступлений, повышения раскрываемости дел, а также общих показателей общественной безопасности.

Для реализации комплекса «Безопасный город» при благоустройстве города необходимы решения по созданию сетей связи, возможностью размещения специализированного оборудования, датчиков, громкоговорителей.

«Безопасный город» – это инновационная концепция развития, которая привносит множество преимуществ и улучшений в городскую жизнь. Концепция объединяет технологии, развитую инфраструктуру и средства поддержки принятия решений для создания комфортной, безопасной и устойчивой среды для жителей. Внедрение умных решений в различные сферы городской жизни открывает новые возможности для оптимизации ресурсов, повышения эффективности и создания комплексной системы города для всех горожан.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 3 декабря 2014 г. N 2446-р Об утверждении Концепции построения и развития аппаратно-программного комплекса "Безопасный город" (с изменениями на 5 апреля 2019 года) // Собрание законодательства Российской Федерации, N 50, 15.12.2014, ст.7220.

2. Единые требования к техническим параметрам сегментов аппаратно-программного комплекса "Безопасный город", утвержденные Председателем Межведомственной комиссии по вопросам, связанным с внедрением и развитием систем аппаратно-программного комплекса технических средств «Безопасный город» Д.О. Рогозиным 28 июня 2017 года № 4516п-П4.

3. Петров А.В. Безопасный город: проблемы и пути их решения. СПб: Издательство СПбГУ, 2015. 50 с.

4. Сулейманова Л.А. Современные материалы и технологии отделки фасадов при реконструкции и реновации жилого фонда / Л.А. Сулейманова, Н.В. Ширина, Е.В. Баклаженко, Е.И. Ладик // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. № 11. С. 21-31.

5. Сулейманова Л.А. Формирование пространственной среды с учетом колористики / Л.А. Сулейманова, М.В. Малюкова, И.А.

Погорелова, А.А. Корякина // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 62-66.

6. Сулейманова Л.А. Декоративные элементы как способ эстетического осмысления пространства / Л.А. Сулейманова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 6. С. 109-115.

7. Скубрий Е.В. Международные тенденции проектирования и комплексного благоустройства улично-дорожной сети: сравнительный аспект с Российской Федерацией // Вестник МГПУ Серия: Экономика. Москва: Издательство МГПУ. 2022. № 2 (32). С. 46-54.

8. Линьков В.В. Обеспечение общей безопасности городов на основе использования комплексной системы «Безопасный город» // Управление деятельностью по обеспечению безопасности дорожного движения: состояние, проблемы, пути совершенствования. 2019. № 1(2). С. 287-291.

**Афанасьева Ю.В., магистрант,
Герба Е.А., магистрант**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.
Фролов Н. В.**

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТИПОВЫХ ПРОЕКТОВ ЗДАНИЙ ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ 1960-х ГОДОВ И ВНОВЬ ПРОЕКТИРУЕМЫХ

Современный этап развития городов характеризуется повышенной необходимостью в дошкольных образовательных учреждениях (ДОУ). При этом задачи по размещению детей в муниципальных ДОУ имеют ряд особенностей, которые связаны с неравномерной нагрузкой на сеть детских садов в разных частях города. Одни районы города пользуются предпочтением, как для постоянного проживания, так и для работы и досуга. Соответственно, такие территории развиваются более интенсивно. Кроме того, в период с начала 90-х годов прошлого века количество мест ДОУ значительно сократилось из-за их перепрофилирования и приватизации. По причине вступивших в законную силу новых нормативных актов, регламентирующих эксплуатацию зданий, уменьшилось допустимое количество мест в детских садах [2]. В связи с этим возникают вопросы по планированию строительства зданий детских садов, а также реконструкции

существующих в тех случаях, когда новое строительство невозможно и нецелесообразно с экономической точки зрения.

Для выявления и конкретизации основных задач реконструкции ДОУ, был выполнен анализ типовых проектов детских садов, построенных в 1960-80-ые годы с точки зрения особенностей объемно-планировочных решений, соблюдения требований пожарной безопасности, обеспечения безбарьерной среды для маломобильных групп населения (МГН), состава и объема работ по благоустройству территории. Также был выполнен анализ современных нормативных документов и документов, действующих в более ранний период строительства ДОУ. Актуальные нормативные документы представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Актуальные нормативные документы,
регламентирующие проектирование ДОУ**

Вид и номер документа	Название
СП 118.13330.2022	Общественные здания и сооружения
СП 252.1325800.2016	Здания дошкольных образовательных организаций
СП 2.4.3648-20	Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи
СП 59.13330.2020	Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения

Для анализа было выбрано 7 типовых проектов, по которым в 1960-80-ые годы возводились здания ДОУ. Шифры, года типовых проектов, а также нормативные документы, действующие в период их разработки представлены в табл. 2.

Таблица 2

Типовые проекты ДОУ 1960-1980-х гг. и нормативные документы их регламентирующие

Год	Шифр проекта	Действующие в период проектирования нормативные документы			
		Объемно-планировочные решения, благоустройство территории			Пожарная безопасность
1967	2С-04-4/67	СНиП II-Л.2-62	СНиП II-Л.3-62	СНиП II-К.2-62	СНиП II-А.5-62
1974	214-2-57	СНиП. Глава II-Л.2-72*	СНиП II-Л.3-71		СНиП II-60-75
1978	211-2-103		СНиП II-64-80	СНиП II-2-80	
1977	213-1-158				
1984	211-1-245.83	СНиП 2.08.02-85	СНиП II-64-80	СНиП II-60-75	СНиП II-2-80
1985	211-1-135-170с.85				
1985	211-1-345с.86				

Необходимо отметить несоблюдение условия, при котором не допускается размещать групповые ячейки над помещениями пищеблока и постирочной (типовые проекты 2С-04-4/67, 214-2-57, 211-1-246.83, 211-1-135-170с.85, 211-1-345с.86).

При сравнении показателей площадей помещений типовых проектов зданий, построенных в 1960-80-ые годы, с актуальными нормативными требованиями определено, что ряд помещений не отвечает минимальным установленным значениям [4]. В качестве примера рассмотрим типовой проект с шифром 2С-04-4/67, разработанный в 1967 году. Площади помещений детского сада были регламентированы СНиП II-Л.2-62 «Общественные здания и сооружения. Основные положения проектирования», СНиП II-Л.3-62 «Детские ясли-сады. Нормы проектирования». Результаты сравнения представлены в табл. 3.

Таблица 3

Сравнение площадей помещений здания типового проекта 1967 г. с актуальными нормативными требованиями

Наименование помещения ДОУ	Площадь, согласно типовому проекту 2С-04-4/67 (введен в 1976 год)	Площадь, согласно СанПиН 2.4.1.3049-13 (введен в 2013 г.)
Раздевальная	16 м ²	18 м ²
Туалетная	8 м ²	16 м ²
Групповая	1,77 м ² /чел.	1,8 м ² /чел в группах для детей младенческого и раннего возраста, 2,0 м ² /чел в дошкольных группах
Буфетная	2 м ²	3 м ²
Кабинет заведующей	8,7 м ²	10 м ²
Методический кабинет	9 м ²	12 м ²
Кладовая	7 м ²	8 м ²

Здания, построенные в советский период, не соответствовали в полной мере требованиям маломобильных групп населения (МГН). Разработка проектов была под влиянием пятилетних планов, основными требованиями которых были короткие сроки проектирования и строительства, а также создание зданий оптимальных с экономической и технологической точек зрения [5]. При этом база для проектирования зданий для МГН отсутствовала. Требования, учитывающие особенности МГН впервые были регламентированы СНиП 2.08.02-89, который вступил в силу 01.01.1990 г. В связи с этим, типовые проекты 1960-1980-ых годов указанные требования не рассматривали. Так, в соответствии с СП 59.13330.2020, действующими

в настоящее время, при перепадах на путях движения МГН, здание должно оборудоваться пандусами, лестницами, подъемными устройствами, что в более ранних проектах не учитывалось. В качестве примера, на рис. 1 представлено решение входной группы согласно типовому проекту с шифром 211-2-103 1978 года, на рис. 2 один из вариантов адаптации входного узла согласно СП 138.13330.2012.

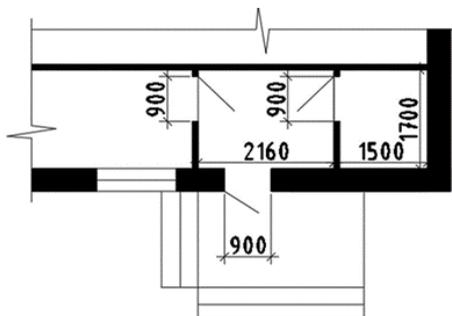


Рис. 1. Входная группа здания детского сада, согласно типовому проекту 1978 г.

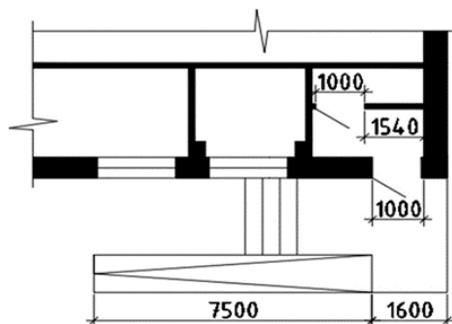


Рис. 2. Пример адаптации входного узла для МГН (табл. Г1 СП 138.13330.2012)

Необходимо отметить потребность в устройстве лифтов, подъемных платформ, эскалаторов для пользования инвалидами-колясочниками (ГОСТ 5746-2015, ГОСТ Р 55555-2013). Кроме того, в зданиях ДОУ, согласно типовым проектам 1960-1980 годов, отсутствуют санитарные кабины для МГН, не предусмотрены универсальные кабины в санузлах, специализированные места в раздевалных. Также рассматриваемые проекты не соответствуют требованиям в отношении помещений, которыми могут пользоваться МГН (их необходимо размещать вблизи от эвакуационных путей) [7].

Для создания безбарьерной среды необходимо устройство входного узла, который представляет собой пандус, оборудованный поручнями и ограждениями [8].

Для каждого периода строительства ДОУ можно выделить свои архитектурно-планировочные особенности [1]. Так, в период доиндустриального строительства применялись отдельные здания детских яслей и детских садов. Начиная с 1960-х годов основным типом дошкольного учреждения был принят объединенный в одно здание ясли-сад. Ясли-сад 1960-1980-ых годов в среднем был рассчитан на 50-160 детей, имел 1-2 этажа и площадь участка 4000-6000 м². Современный детский сад представляет собой запроектированное с учетом действующих нормативных требований здание, а также благоустроенное открытое пространство [2]. Здания проектируются с количеством этажей 1-3, вместимостью до 370 детей (вместимость групповых ячеек – 20-25 детей), площадью участка 4000-10000 м².

Ввиду роста населения, а также несоответствия состава помещений нормативным требованиям, выявлена необходимость увеличения площади зданий детских садов с увеличением количества групп детей [2].

Выполненный анализ типовых проектов 1960-1980-ых годов указывает на многообразие факторов, которые необходимо учесть при реконструкции зданий ДОУ. Реконструкция таких объектов представляет собой комплекс взаимосвязанных мероприятий по формированию архитектурно-планировочных решений; решений, связанных с обеспечением безбарьерной среды для МГН; противопожарных мероприятий.

Обзор нормативной документации выявил значительные расхождения между современными и действующими ранее требованиями к проектированию ДОУ. Современная нормативная литература содержит более детальное описание номенклатуры помещений, их площадей, а также учитывает нестандартные потребности МГН, что необходимо учитывать при разработке проектов реконструкции. С целью получения дополнительных площадей реализуется надстройка здания или пристройка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузнецова А. А. Методика архитектурного проектирования дошкольных образовательных учреждений общеразвивающей направленности // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 2 (4). С. 992–996.

2. Калошина С. В., Полуянова Е. А. Обоснование необходимости реконструкции здания детского сада // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2020. Т. 1. С. 62–65.

3. Михайлина Е. И. Адаптации городских территорий с учетом жизнедеятельности маломобильных групп населения // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2018. № 4. С. 444–451.

4. Калошина С.В., Сазонова С.А., Полуянова Е.А. Анализ доступности жилых и общественных зданий для маломобильных групп населения // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. № 4 (54). С. 204-213.

5. Сулейманова Л.А., Fang Jin, Баклаженко Е.В., Ладик Е.И. Современные материалы и технологии отделки фасадов при реконструкции и реновации жилого фонда // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. № 11. С. 21-31.

6. Василенко, Н.А.; Коренькова, Г.В.; Земскова, А.О. Анализ современного опыта реконструкции образовательных учреждений // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2021. № 1. С. 73-77.

Бандюков Д.Н., студент

Научный руководитель: канд. экон. наук, доц.

Козлюк А.Г.

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ КРЫШНЫХ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПЕРЕД ДРУГИМИ СИСТЕМАМИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ГВС

В настоящее время в практике хозяйственной деятельности ЖКХ рассчитывается большое количество показателей, с разных сторон характеризующих положение дел в этой сфере согласно [1].

В современном мире все больше внимания уделяется энергосбережению и повышению энергоэффективности. В связи с этим, одним из популярных решений для отопления и горячего водоснабжения зданий стали крышные котельные установки. Крышные котельные предназначены для выработки теплоносителя и ГВС в системах отопления отдельно расположенных объектов (жилых домов,

промышленных и административных зданий); без постоянного присутствия обслуживающего персонала. Строить данные установки особенно выгодно в районах элитного жилищного строительства, точечного строительства и реконструкции. Эти районы обычно располагаются в центре крупнейших городов. Существующие здесь тепловые сети не позволяют обеспечить теплом возводимые здания, а плотная застройка и высокая стоимость земли делают строительство наземных котельных объективно невозможным. Однако, как и любое оборудование, они имеют свои преимущества и недостатки, которые стоит рассмотреть подробнее.

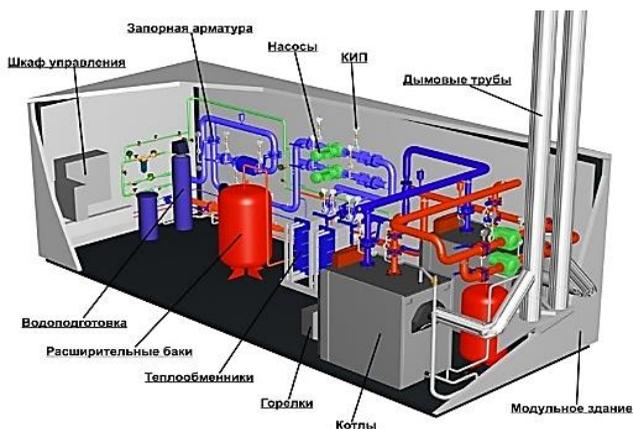


Рис. 1. Схема оборудования крышной котельной установки

Основные преимущества крышных котельных:

- экономия пространства: крышные котельные занимают минимальное количество площади, что позволяет экономить пространство и использовать его для других нужд;
- экологичность: в отличие от традиционных котельных, крышные установки меньше загрязняют окружающую среду, так как работают на природном газе или другом виде топлива с низким уровнем выбросов;
- надежность и безопасность: крышные котельные оборудованы системами безопасности, которые предотвращают аварии и утечки газа. Они также обладают высокой степенью надежности, обеспечивая стабильное и бесперебойное отопление и горячее водоснабжение;
- экономия на строительстве: установка крышной котельной требует меньше затрат на строительство, чем строительство традиционной котельной;

– возможность автономного отопления: крышные котельные позволяют зданиям быть автономными от централизованных систем отопления, что обеспечивает гибкость и независимость в управлении отоплением.

Недостатки крышных котельных:

– высокая стоимость оборудования: крышные котельные, несмотря на свою экономичность в эксплуатации, могут быть довольно дорогими в покупке;

– сложность монтажа: установка крышных котельных требует профессионального подхода и специализированного оборудования, что может привести к увеличению затрат на монтаж;

– ограничения по мощности: крышные котельные имеют ограничения по мощности, что может быть недостаточно для больших зданий или промышленных объектов;

– зависимость от электроэнергии: крышные котельные требуют постоянного электроснабжения для работы, поэтому в случае отключения электроэнергии здание может остаться без тепла;

– пожароопасность: несмотря на то что крышные котельные менее пожароопасны, чем традиционные, они все же могут представлять угрозу в случае пожара.

В первую очередь крышную котельную используют при недостатке свободного места вблизи здания. При нынешней плотной застройке крупнейших городов приходится пользоваться такими моделями. К тому же, за счет установки крышной котельной малоэтажные микрорайоны (коттеджные поселки) становятся полностью автономными.

Крышные котельные традиционно используются при дефиците городских тепловых мощностей, в новых районах или на отдельно стоящих зданиях, к которым по какой-то причине или по личному выбору жильцов невозможно провести магистраль к теплоцентрали. Они предназначаются для обеспечения потребителей бесперебойным, безопасным и экономичным теплом и горячим водоснабжением и работают без привлечения дополнительного обслуживающего персонала [2-4].

По опыту эксплуатации можно сказать, что данные индивидуальные котельные снижают ресурсозатраты на 40-45 %.

Крышные котельные установки являются альтернативой традиционным системам теплоснабжения, обладающей рядом преимуществ, таких как экономия пространства, гибкость в выборе топлива, снижение затрат на прокладку тепловых сетей, повышение безопасности и комфорта жителей и простота

обслуживания. Однако они также имеют и недостатки, такие как высокая стоимость оборудования, ограниченный срок службы и зависимость от электроснабжения, необходимость получения специального разрешения на установку и возможность возникновения проблем с шумом и загрязнением окружающей среды. В целом, выбор между крышной котельной и традиционной должен осуществляться на основе анализа конкретных условий и требований, а также учета всех преимуществ и недостатков каждого варианта. Это поможет обеспечить наиболее эффективное и экономически выгодное решение для теплоснабжения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Козлова Д.В. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ КРЫШНЫХ КОТЕЛЬНЫХ // Международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 5;
2. URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=17317> (дата обращения: 09.11.2023).
3. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Крышные котельные](http://ru.wikipedia.org/wiki/Крышные_котельные)
4. Козлюк А. Г., Байдин О. В. Методика оценки результатов функционирования жилищно-коммунального хозяйства / А. Г. Козлюк, О. В. Байдин // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. - 2011. - No 3. - С. 51 - 52.

Визирякин В.А., магистрант

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.
Шаповалов С.М.**

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Современная инфраструктура города и качество жизни граждан напрямую зависят от технического состояния зданий и сооружений. Повышение безопасности при эксплуатации строительных объектов – это неотъемлемая часть устойчивого развития и обеспечения благополучия общества. Для того чтобы добиться поставленных целей необходимо использовать передовые методы мониторинга.

Актуальность выбранной темы статьи обусловлена большим процентом степени износа основных фондов в строительной сфере, согласно Федеральной службе государственной статистики, степень износа за 2021 год составляет 50,5% [1].

Мониторинг – это непрерывный процесс наблюдения и регистрации параметров объекта, сравнение их с заданными критериями на всем этапе жизненного цикла эксплуатации для всех конструктивных элементов. Мониторинг регламентируется действующим ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила осмотра и мониторинга технического состояния». Можно выделить следующие цели проведения мониторинга технического состояния:

- для предупреждения ухудшения состояния объекта, вследствие воздействия внешних негативных факторов;

- выявление дефектов и повреждений в зданиях и сооружениях на ранних стадиях, ещё до того, как они станут серьезными проблемами, которые могут повлечь переход объектов в ограниченно работоспособное или аварийное состояние;

- для своевременного определения конструкций, в которых изменились напряженно-деформационные состояния;

- контроль степени и скорости изменения технического состояния объекта для принятия превентивных мер по предотвращению разрушения конструкций или его обрушения.

- получение данных о состоянии объекта для планирования и оптимизации его технического обслуживания, что может повысить срок службы и снизить операционные расходы [2].

Для определения задач мониторинга технического состояния существующих зданий и сооружений, разрабатывается специальная программа, в которой прописываются виды работ, методика, периодичность, продолжительность наблюдений и другое.

При принятии решения о выборе системы мониторинга необходимо учесть не только цель проведения наблюдений, но и такие факторы, как скорость и локализацию протекания негативных процессов внутри зданий и сооружений, их изменения во времени, продолжительность измерений и возможные ошибки, влияние окружающей среды, а также помех и аномалий природно-техногенного характера.

Рассмотрим несколько современных ключевых технологий, которые сделали мониторинг более точным, эффективным и доступным.

1. Датчики и сенсоры. Номенклатура на данный момент самых распространенных датчиков:

- климатические датчики силы и направления ветра, основаны на технологии анемометров, отслеживают изменения в интенсивности и направление ветра, что важно для определения воздействия ветровых нагрузок на здания и сооружения;

- датчики температуры и влажности, основаны на технологии терморезисторов и емкостных сенсоров, определяют возможные

проблемы, связанные с конденсацией или коррозией металлических конструкций и воздействие влажности на материалы объекта;

- тензометрические датчики деформации (напряжения), работают на основе принципа изменения электрического сопротивления материала под воздействием механической деформации или напряжения;

- акселерометры, предназначены для измерения ускорения, которое возникает из-за различных факторов, таких как землетрясение, ветровые нагрузки, движение транспорта или даже работа машин и оборудования внутри здания, чтобы определить уровень вибраций, и являются ли они опасными или безопасными;

- инклинометры или датчики наклона, используется для измерения угла наклона объекта относительно гравитационного поля Земли, а также направления наклона – азимута;

- датчики перемещения, отслеживают изменение положения объекта и его геометрию. Бывают механические, лазерные и GPS датчики [3].

2. Дрон, квадрокоптер, беспилотный летательный аппарат (БПЛА) – это техническое устройство, осуществляющее полёт и выполняющее фото- и видеосъемку здания или сооружения без человека на борту, а управляются с помощью пульта дистанционного управления или автономно, с использованием программного обеспечения и датчиков для навигации.

Часто не предоставляется возможным обследовать объект капитального строительства или его элементы на должном уровне, особенно если они труднодоступны. Применение дронов позволяет оперативно произвести мониторинг зданий и сооружений, получить информацию о наличии дефектов и их характеристики, не подвергая риску здоровье и безопасность работников.

БПЛА обладают отличными летными характеристиками, независимо от погодных условий (рис. 1). Дроны имеют емкие аккумуляторы, благодаря чему могут работать достаточно долго без подзарядки. Квадрокоптеры могут быть оснащены не только камерами, которые ведут съемку высокого разрешения, но и тепловизорами, УФ-камерами (ультрафиолетовыми), системами сонаров и не только, благодаря чему появляется возможность детально рассмотреть интересующий объект и обнаружить деформации и повреждения. После проведения осмотра, полученные данные обрабатываются, и с помощью специальных программ строится 2D или 3D модель исследуемого объекта.

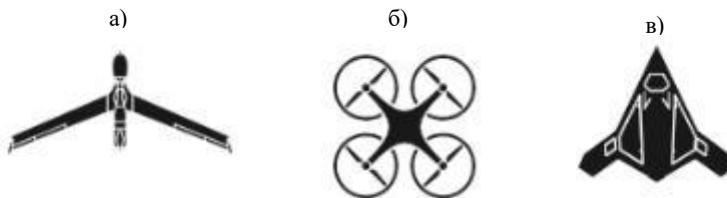


Рис. 1. Основные типа БПЛА в строительной отрасли:
a – неподвижное крыло; *б* – роторный; *в* – гибридный

Необходимо отметить, так как технология ещё относительно новая, поэтому ещё не до конца отработана и постоянно совершенствуется, как производителями дронов, так и разработчиками программного обеспечения [4].

3. BIM-технология (Building Information Modeling) представляет собой передовую трехмерную модель, отражающую принятые конструктивные, объемно-планировочные и иные концептуальные решения, содержащую структурированные текстовые и графические сведения и данные о здании и сооружении, технические и функциональные характеристики.

Для того чтобы разработать BIM-модель необходимо создать цифровой двойник здания, то есть виртуальную реплику объекта, которая будет включать в себя чертежи, спецификации, техническую документацию, данные измерений и фотографии.

Наземное лазерное сканирование совместно с визуальным осмотром на сегодняшний день являются основными способами получения информации для построения BIM-модели существующего здания или сооружения (рис. 2). После получения и обработки всех данных переходят непосредственно к BIM-моделированию в таких программах, как ArchiCAD, Allplan, BricsCAD BIM, MicroStation, Revit, Vectorworks [5].

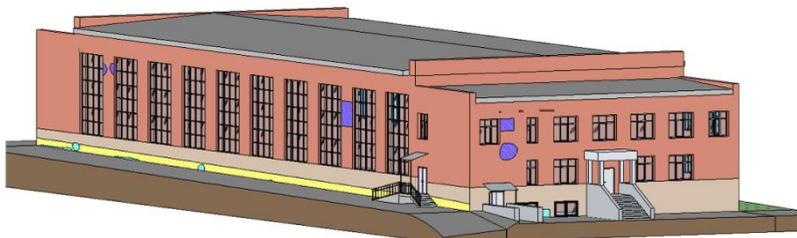


Рис. 2. Пример 3D BIM-модели с отмеченными повреждениями фасада

На заключительном этапе работ составляется отчет по результатам технического обследования, где обязательно отражаются рекомендации по устранению выявленных повреждений и деформаций.

Современные методы мониторинга играют критически важную роль в обеспечении безопасности, эффективности и эксплуатации зданий и сооружений, а также помогают оптимизировать затраты, благодаря рассмотренным выше инновационным технологиям, таких как датчики, дроны и BIM-технологии, благодаря которым можно эффективно собирать данные, анализировать состояние объектов и оперативно реагировать на выявленные проблемы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российский статистический ежегодник. 2022: Статистический сборник / Росстат. – Р76 М., 2022 – 691 с. С. 313.
2. ГОСТ 31937-2011. Межгосударственный стандарт. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния: введен в действие Приказом Росстандарта от 27.12.2012 N 1984.
3. Кочерженко В.В. Инструментальные методы обследования строительных объектов. / Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2016. – 103 с.
4. Туккия А.Л., Мамонов А. О. Опыт использования квадрокоптеров для обследования зданий и сооружений / Вестник гражданских инженеров, 2017, №3. С. 109-116.
5. Сулейманова Л.А., Погорелова И.А. Аддитивные технологии в строительстве. / Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2017. – 227 с.

Гапешкин В.С., магистрант

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.

Погорелова И.А.

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ РЕНОВАЦИИ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Модель реновации – это стратегия, направленная на обновление уже существующей инфраструктуры, зданий, городской среды с целью улучшения их функциональности, эстетического вида, экономической эффективности. Сюда входит реконструкции зданий, использование новых материалов и технологий, реконфигурацию пространств,

благоустройство территорий [1-3]. Модель реновации – это объемный термин, который включает в себя огромный пласт функций, направленный на улучшение жизни человека.

Виды моделей реновации объектов капитального строительства (ОКС) представлены на рис. 1 [4-6].



Рис. 1. Виды моделей реновации ОКС

Функционально-техническая модель показывает изменения в функциональности и технических характеристиках объекта после реновации. Она включает в себя описание работ, необходимых для достижения новых функций объекта и улучшение его технических параметров.

Финансовая модель позволяет оценить финансовые аспекты реновации, включая затраты на работы и материалы, прогнозируемую доходность после реновации, а также время окупаемости инвестиций.

Энергетическая модель учитывает энергетическую эффективность объекта после реновации. Она помогает определить, насколько реновация объекта позволит сэкономить энергию и ресурсы [7].

Экологическая модель оценивает влияние реновации на окружающую среду. Она помогает определить, насколько реновация объекта снизит выбросы вредных веществ, улучшит качество воздуха и т.д.

Управленческая модель определяет способы организации и управления процессом реновации. Она включает в себя описание ролей и обязанностей участников проекта, расписание работ, контрольные точки и т.д.

Перечисленные выше виды моделей реновации ОКС могут иметь свои особенности и дополнительные модели, которые могут быть использованы для успешной реализации реновации.

Разработка модели реновации ОКС представлены на рис. 2.

Для анализа существующих объектов проводится оценка состояния объектов, определяется их потенциал для реновации. Данный этап включает изучение технического состояния строительных конструкций, инженерных систем, а также анализ архитектурных и дизайнерских характеристик, определяется необходимый уровень ремонта.



Рис. 2. Разработка модели реновации ОКС

Разработка концепции реновации на основе проведенного анализа формируется концепция реновации объекта. Это включает определение целей и задач реновации, выбор подходящих методов и технологий, разработку дизайн-проекта.

Планирование и организация работ: составляется план реновации, включающий определение последовательности и сроки выполнения работ, выбор поставщиков и подрядчиков, подсчет затрат.

Выполнение работ проводятся работы по реализации концепции реновации, включая ремонт и реконструкцию строительных конструкций, обновление инженерных систем, а также внешний и внутренний дизайн.

Контроль и оценка результата осуществляется мониторинг выполнения работ, чтобы убедиться в соответствии с планом. После завершения реновации проводится оценка качества результата и его соответствия поставленным целям.

Эксплуатация и управление объектом после завершения реновации объекта проводится его пусконаладка, а также разрабатывается план эксплуатации и управления, который включает такие вопросы, как техническое обслуживание, финансовое управление и управление наймом.

Важными аспектами при разработке модели реновации объектов капитального строительства являются учет действующих норм и стандартов, а также применение инновационных и экологически устойчивых подходов, например, использование энергоэффективных и экологически чистых материалов и технологий.

Для определения правильного вектора модели реновации смотрят на следующие аспекты, приведенные на рис. 3.

С целью выявления состояния объекта определяются проблемные зоны, дефекты и повреждения, определяется необходимый уровень ремонта.

Для определения экономической эффективности проводится оценка стоимости реновации и сравнение ее с возможными альтернативами, чтобы определить, насколько она будет экономически оправданной [8, 9].



Рис. 3. Аспекты для правильного выбора модели реновации

Учитываются особенности использования объекта и предполагаемая интенсивность его использования, чтобы определить необходимые изменения и улучшения.

Проверяются требования законодательства на соответствие проекта реновации требованиям строительных и технических норм, правил и стандартов [10, 11].

Учитываются мнения и потребности всех заинтересованных сторон, таких как владельцы и пользователи объекта, соседи, органы государственного контроля и т. д.

Для выявления сроков устанавливаются приоритетные этапы реновации.

Учитываются технические возможности для проведения требуемых технических и конструктивных изменений, а также наличие необходимых ресурсов и технологий.

Все вышеперечисленные аспекты дадут возможность оптимизировать процесс реновации, учесть все особенности и обеспечить достижение поставленных целей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулейманова, Л. А. Технология информационного моделирования на этапе конструирования объекта капитального строительства : учебное пособие / Л. А. Сулейманова, П. А. Амелин, И. С. Рябчевский. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – 202 с.

2. Глаголев, Е. С. Жилищное строительство в России / Е. С. Глаголев, Л. А. Сулейманова, М. В. Марушко // Строительство: новые технологии - новое оборудование. – 2017. – № 4. – С. 61-67.

3. Глаголев, Е. С. Развитие жилищного строительства в России / Е. С. Глаголев, Л. А. Сулейманова, М. В. Марушко // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2017. – № 1. – С. 17-22.

4. Кирилловна, А. Н. Программа реновации жилищного фонда как фактор системного обновления и устойчивого развития городской застройки / А. Н. Кирилловна // Недвижимость: экономика, управление. – 2017. – № 3. – С. 16-21.

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

6. Глаголев, Е. С. Эффективное воспроизводство жилищного фонда России / Е. С. Глаголев, Л. А. Сулейманова, М. В. Марушко // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2017. – № 10. – С. 98-104.

7. Овсянникова, С. Н. Повышение энергоэффективности жилых зданий в процессе реновации жилищного фонда / С. Н. Овсянникова, Т. Ю. Овсянникова // Academia. Архитектура и строительство. – 2009. – № 5. – С. 313-318.

8. Могзоев, А. М. Реновация жилищного фонда города Москвы / А. М. Могзоев, К. И. Кузьмичева // Вестник МУ им. С.Ю. Витте. Сер. 1: Экономика и правление. – 2017. – № 4 (23). – С. 70-74.

9. Бабенко, Г. В. Актуальность альтернативы «снос или реновация» для жилищного комплекса крупных городов / Г. В. Бабенко // Вестник Коми республиканской академии государственной службы и управления. Теория и практика управления. – 2017. – № 18(23). – С. 81-84.

10. Виденева, А. В. Реновация жилищного фонда: конституционно-правовой аспект / А. В. Виденева // Право и законность: вопросы теории и практики: сб. материалов VIII Всерос. науч.-практ. конф. аспирантов и студ. Научный редактор Д.Б. Сергеев. 2018. – Абакан : Хакассский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, 2018. – С. 63-65.

11. Васильков, С. А. Перспективы применения программы реновации жилищного фонда в регионах России / С. А. Васильков, Л. Н. Симанович // Экономика. Образование. Право. Научные исследования состояния и развития современного общества сборник научных трудов по материалам II ежегодной международной научно-практической конференции. под ред. А. А. Ващенко. 2017. – Волгоград: Индивидуальный предприниматель Ващенко Александр Николаевич, 2017. – С. 326-332.

Губарев С.А., аспирант,
Черских Д.Ю., студент,
Лютенко А.О., студент

**Научный руководитель: канд. техн. наук, проф.
Черныш А.С.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ОСНОВАНИЯМ И ФУНДАМЕНТАМ АВАРИЙНО - ДЕФОРМИРОВАННЫХ ЗДАНИЙ НА СЛАБЫХ ГРУНТАХ

Использование подземного пространства для развития инфраструктуры города сдерживается сложностью решения основной проблемы: выполнения ограждающих конструкций подземного сооружения при сохранении прилегающей застройки.

Чтобы избежать деформирования прилегающей застройки, нужно решить вопрос о необходимости ее превентивного усиления в зоне риска, обусловленного строительством подземного сооружения или иного нового объекта. При этом следует учитывать фактическое состояние основания, фундаментов и надземных несущих конструкций зданий [1].

Многолетний опыт возведения зданий и сооружений подсказывает, что без полной реализации геотехнического комплекса работ сложная реконструкция городов может перейти в опасный и разрушительный вид деятельности. Необходимо учитывать износ конструкций, изменение геологической обстановки и многое другое [2].

В последние 20 лет в практике усиления все шире используются буроинъекционные сваи как вертикальные, так и наклонные. После специальных работ по опрессовке такие сваи имеют неровную поверхность, поэтому за рубежом они получили название “корневидных”. Бурение скважин для таких свай ведется через фундамент, не задевая коммуникаций, проходящих вблизи здания. Этот метод очень распространен при работе на памятниках архитектуры, так как при использовании буроинъекционных свай не изменяется внешний вид объекта. Так же этот метод играет важную роль, при его использовании на специфических грунтах [3].

Основные преимущества и недостатки корневидных свай: отсутствие ручных земляных работ и минимизация ручного труда, возможность ведение работ в стесненных условиях и без остановки

производственного процесса, сохранение внешнего облика здания и экологичность возведения свай.

К недостаткам можно отнести: сложность проектирования, низкую несущую способность и недостаточную осведомленность работы тонкой длинной сваи, как элемента, армирующего толщу слабого грунта.

Помимо буроинъекционных свай усиление фундамента возможно с помощью создания «геомассива». Его располагают на 1 м ниже отметки низа здания. Сам «геомассив» представляет собой природный грунт, который армируют жесткими элементами, представленными в виде грунтобетонных столбов. Их диаметр зависит от вида грунта:

1. В насыпных грунтах и суглинках – 600 мм.
2. В песках – 700 мм.
3. В торфе – 1000 мм.

Элементы для армирования «геомассива» изготавливаются с помощью струйной цементации грунтов. Сущность такой технологии заключается в разрушении слабого грунта струей цементного раствора под большим давлением. Одновременно с этим процессом происходит перемешивание и частичное замещение грунта цементным раствором. Результат технологии представлен в виде колонн из закрепленного грунта – грунтобетона. Он обладает высокими деформационными и прочностными характеристиками.

Широко распространено усиление фундамента с помощью уширения его подошвы (рис. 1). При применении этого способа происходит перераспределение нагрузки на большую поверхность основания. Это дает возможность снизить осадку и уменьшить вероятность потери несущей способности основания.

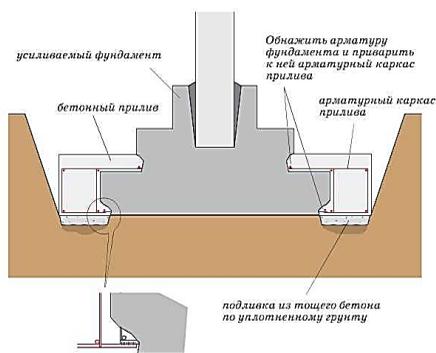


Рис. 1. Усиление фундамента с помощью уширения его подошвы

Еще одним способом усиления фундаментов на слабых грунтах является инъектирование химических веществ в толщу грунта [4]. В зависимости от вводимого раствора различают:

- силикатизацию;
- аммонизацию;
- смолизацию.

Сущность метода заключается во введении в грунт через инъекторы, которые представлены в виде перфорированных труб, маловязких растворов. Так, например, материалом для силикатизации является жидкое стекло (коллоидный раствор силиката натрия). Также существует электросиликатизация, в которой используют одновременно электрический ток и силикатные растворы. Такой метод хорошо подходит для переувлажненных мелкозернистых грунтов и супесей, в которые без помощи тока плохо проходит жидкое стекло.

В смолизации используют растворы синтетических смол вместе с различными отвердителями. При применении такого метода закрепления грунты становятся водонепроницаемыми и более прочными.

Вида инъектируемого вещества выбирают на основе характеристик основания, форм и размеров фундамента, действующих нагрузок и свойств грунта. Форма расположения инъекций в плане может быть разной (рис. 2).

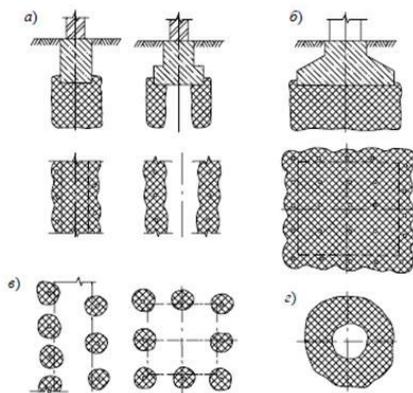


Рис. 2. Формы химического закрепления грунтов оснований:
a – ленточная; *б* – сплошная; *в* – столбчатая; *г* – кольцевая

Таким образом, существует большое многообразие различных способов усиления фундаментов аварийно-деформированных зданий, расположенных на слабых грунтах. Они могут быть направлены как на

усиление самой конструкции фундамента, так и на усиление грунтов основания. При проведении таких сложных работ открытым остается вопрос контроля за выполнением работ [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абрамян С.Г., Симаков В.С., Протопопов Д.Н. Технологии усиления оснований и фундаментов зданий на основе применения буройнъекционных свай // ИВД. 2022. №4 (88).

2. Шин Е.Р. Проблемы физического износа зданий и сооружений и пути их решения / Сборник докладов Международной научно-практической конференции «Геодезия и кадастры: производство и образование», Белгород, 23-24 декабря 2021 г. С. 60-65.

3. Загороднюк Л.Х., Черныш А.С., Губарев С.А., Сумской Д.А. Эффективные фундаменты на при строительстве на меловых грунтах. Журнал «Университетская наука» по материалам XVII международной научно-практической конференции «ВОПРОСЫ НАУКИ, ТЕХНОЛОГИИ, ПЕДАГОГИКИ И ПРАВА: ТЕОРЕТИКО-ПРАКТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ». – Минеральные воды: СКФ БГТУ им. В.Г. Шухова, - №2(14) 2022. С. 56-60.

4. Калачук Т.Г. Повышение несущей способности фундамента путём регулирования напряженно-деформационного состояния грунта основания.

5. Губарев С.А., Кадина Н.С. Проверка соответствия выполненных строительно-монтажных работ с применением геодезического оборудования. Вектор ГеоНаук. 2020. Т.3. №1. С. 96-99. DOI: 10.24411/2619-0761-2020-10012.

Жукова Ю.В., магистрант

**Научный руководитель: канд. техн. наук, проф.
Косухин М.М.**

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

МЕТОДЫ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

Моральный и физический износ зданий и коммуникаций, нехватка площадей для нового строительства и требования более эффективного использования территории – все это способствует разработке

программы реновации, позволяющей в ближайшем будущем взглянуть на современный облик многих из «устаревших» кварталов города.

Одной из проблем организации процесса реновации является то, что большая часть объектов находится в непосредственной близости от других зданий, коммуникаций, дорог, памятников культуры и т.п. Планирование работ по реконструкции зданий зачастую осложняется устаревшими методами подготовки документации, удостоверяющей права участников процесса преобразования территорий в федеральные и муниципальные земельные участки. Не всегда определены нормы и правила участия управляющих компаний в эксплуатации земель, на которых расположены объекты реновации [1].

Нормативная база, регулирующая проведение капитальных и текущих ремонтов, частично устарела и не соответствует текущей ситуации в области эксплуатации недвижимости. Попытки внести изменения в законодательство в данной сфере не всегда успешны, однако стоит отметить, что определенные инновации в законодательстве, касающиеся организации и выполнения работ по обслуживанию и текущему ремонту объектов недвижимости, способствуют улучшению обстановки в данной области.

Тем не менее, подробное разделение конструктивных элементов, предложенное нормами для планирования текущего ремонта, неприменимо, поскольку часть работ проводится исключительно при капитальном ремонте (такие как усиление фундаментов, замена элементов лестниц, укрепление деревянных конструкций и т.д.). Кроме того, в Российской Федерации отсутствуют стандарты, определяющие временные рамки для выполнения работ по текущему ремонту, и имеющиеся методики требуют существенных доработок. В связи с этим исследования, связанные с планированием и организацией текущего ремонта, несомненно, остаются актуальными и практически значимыми в условиях развития системы управления эксплуатацией объектов недвижимости [2, 3].

Методические принципы и ключевые термины, определенные в ВСН 58-88 (р) «Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания жилых зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения», а также в МДК 2-03.2003 «Правила и нормы технической эксплуатации жилищного фонда», в общем определяют структуру нормативной схемы организации и регулирования процесса выполнения работ по текущему ремонту жилого фонда. В то время как «Методические рекомендации по организации и проведению текущего ремонта жилищного фонда всех форм собственности» (МДС 13-3.2000) предполагают другой, дополненный перечень работ по текущему

ремонту жилых зданий и иной механизм определения необходимости в текущем ремонте жилищного фонда, а также установление или уточнение его объемов.

Согласно МДС 13-3.2000, план текущего ремонта разрабатывается на основе результатов регулярных общих технических осмотров жилых зданий; при этом исключаются работы, выполняемые по запросам нанимателей, арендаторов и собственников, которые не имеют срочного характера и которые должны выполняться в ходе текущего ремонта. Таким образом, заявочный ремонт, включающий в себя неотъемлемые компоненты текущего ремонта и представляющий собой один из основных способов оперативного устранения повреждений и неисправностей строительных конструкций, частично остается вне области законодательного регулирования [4-5].

Для решения данной проблемы предлагается обратить внимание на опыт урегулирования подобных вопросов, возникающих при эксплуатации промышленных объектов. В соответствии с положениями МДС 13-14.2000 «Планово-предупредительный ремонт производственных зданий и сооружений», график проведения текущего ремонта производственных зданий определяется не только на основе плановых обследований и внеплановых осмотров строительных конструкций, но также с учетом заявок от персонала, работающего с объектами. Важно отметить, что возможность подачи таких заявок, как правило, предоставляется руководящему персоналу, тогда как актуальную информацию о состоянии строительных конструкций и поврежденных элементах могут предоставить сотрудники, непосредственно занятые на производстве. Для оперативного решения вопросов, связанных с текущим ремонтом на производстве, и немедленного устранения обнаруженных повреждений необходимо предоставить персоналу возможность напрямую взаимодействовать с подразделениями, занимающимися текущим ремонтом зданий, сооружений и инженерного оборудования.

Анализ различных организационных, технологических и технических решений сбора и хранения информации о техническом состоянии элементов зданий и проведенных ремонтно-строительных работ, должен основываться на широком использовании новых информационных технологий. Важно учитывать, что такое взаимодействие между персоналом и ремонтно-строительными подразделениями промышленных предприятий способствует компетентному и эффективному осуществлению функциональной и технической эксплуатации производственных объектов недвижимости [6].

Подобным образом можно решить проблему, связанную с отсутствием навыков оперативной организации и проведения текущего ремонта объектов ЖКХ. В соответствии с положениями МДК 2-03.2003 «Правила и нормы технической эксплуатации жилищного фонда», запросы на оперативное устранение неисправностей и повреждений инженерного оборудования, строительных конструкций и других элементов зданий принимаются в единых или районных диспетчерских службах (ОДС и РДС) [7].

Заявки должны быть обработаны в тот же день, в который они поступили, и устранение выявленных повреждений и неисправностей должно быть организовано не позднее следующего дня. Однако на практике такие вопросы решаются гораздо медленнее: процесс рассмотрения заявок может затягиваться на месяцы, а ремонт откладываться на неопределенный срок. Эта проблема имеет системный характер, поэтому особое внимание стоит уделить возможности использования современных информационных технологий в технической диагностике строительных конструкций, оценке качества жилого фонда и проектировании текущих ремонтов объектов ЖКХ. С помощью программного комплекса можно существенно сократить время и трудозатраты, включая обработку данных натурных обследований, автоматическое формирование и корректирование проектов технических заключений, выбор методов ремонта из базы данных, представление результатов в виде окончательных документов (техническое заключение, технологическая карта на ремонтные работы, схемы и чертежи), а также ведение баз данных по типологически однородным видам зданий для диагностики и формирование обновленных баз данных по ремонтам жилых зданий.

Такая структура способствует эффективному обмену данными при управлении эксплуатацией обширного недвижимого портфеля. Важно отметить, что внедрение информационных технологий в процесс формирования системы текущих ремонтов невозможно без соответствующей нормативно-правовой базы [8].

Таким образом, в заключении можно сделать вывод о том, что научно-обоснованные методы выбора рациональных вариантов организационно-технологических решений при капитальном ремонте зданий, повышающие технологичность работ за счет выявления и вовлечения различных видов резервов, создают методическую основу формирования организационно-технологического механизма проведения капитального ремонта зданий и повышение эффективности ремонтно-строительных работ.

Целесообразность капитального ремонта аварийных зданий определяется стоимостью его проведения при условии доведения

объемно-планировочных и конструктивных решений ремонтируемых зданий до уровня, обеспечивающего требуемую безопасность и долговечность эксплуатируемых зданий.

Таким образом, одним из эффективных способов повышения технологичности работ при капитальном ремонте зданий является выявление резервов и вовлечение их в производственный процесс.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Косухин М.М., Скороходов К.Р., Косухин А.М., Богачева М.А. Роль состояния жилищно-коммунального комплекса в обеспечении устойчивого развития муниципальных образований Белгородской области // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2016. № 11. С. 212-218.

2. Косухин М.М. От истории создания до современного состояния и перспектив развития жилищно-коммунального хозяйства Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №12. С. 48-54.

3. Косухин М.М., Косухин А.М. К вопросу о роли процессов теплопередачи в повышении эффективности тепловой защиты фасадной изоляции гражданских зданий // Строительство: новые технологии - новое оборудование. 2018. № 10. С. 14-19.

4. М. М. Kosukhin, A. M. Kosukhin The Thermal and Physical Aspects of Designing Facade Heat Insulation at Capital Repairs and Reconstruction of Civic Buildings. International Conference on Energy Systems- 2007 (ICES 2018) IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series.

5. Курбатов В. Л. Контроль и надзор в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве / В. Л. Курбатов, В. И. Римшин, Е. Ю. Шумилова. Минеральные Воды: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2016. 200 с. ISBN 978-5-903213-38-2. EDN VYUXUB.

6. Косухин, М. М. Информационное моделирование зданий и сооружений на всех этапах жизненного цикла / М. М. Косухин, М. С. Кондауров, А. М. Косухин // Наука и инновации в строительстве: Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2020. С. 95-100.

7. Румянцева Е. Е. Жилищно-коммунальный комплекс России: проблемы теории и практики управления: монография / Е. Е. Румянцева. М.: РАГС, 2006. 160 с.

8. Косухин, М.М. Проблемы обеспечения энергоэффективности в муниципальном секторе / М.М. Косухин, А.М. Косухин, П.И. Ханьжин // Наука и инновации в строительстве: Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2020. С. 334-339.

Зайцев К.А., магистрант

Научный руководитель: канд. техн. наук, проф.
Косухин М.М.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ РАСШИРЕНИЯ И ОБНОВЛЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Цель использования современных технологий и материалов в строительном производстве заключается в создании высококачественной строительной продукции: обеспечении её долговечности, надежности, безопасности и экологичности. Инновационные технологии позволяют значительно ускорить и оптимизировать процесс строительного производства: наладить качественное взаимодействие между участниками строительного процесса, обеспечить полную и информативную модель объекта деятельности. Использование современных материалов, таких как экологически чистые и энергоэффективные материалы, позволяет создавать здания с низким уровнем энергопотребления и негативного влияния на окружающую среду и микроклимат эксплуатируемых объектов. В качестве рассматриваемых случаев для возможного использования инноваций примем следующие: использование современных материалов, применение информационных технологий и технологий выполнения работ.

Рассмотрим вопрос применения современных материалов. Важно учесть, что их использование должно быть обоснованно экономически. Затраты на предполагаемый материал могут быть несоизмеримо высоки, в особенности, в сравнении с традиционным материалом, который принято обычно применять в таких случаях. Причём разница в затратах может не компенсировать эффективность, которая может быть очень мала, что делает использование дорогого стройматериала экономически невыгодным и не рациональным выбором. Потому необходимо выбирать современные стройматериалы, затраты на использование которых будут обоснованы их более высокой эффективностью. По той же причине нет необходимости стремиться использовать их везде. Достаточно даже единичного использования для одного объекта. Там, где это будет наиболее эффективно.

Для примера приведем важный для современной городской инфраструктуры материал – тактильная плитка для инвалидов по зрению. Эти плитка является важным средством доступности для слабовидящих людей, помогая им ориентироваться в городском пространстве и чувствовать себя более уверенно и безопасно. Они также помогают предотвратить возможные травмы и несчастные случаи, связанные с недостаточной ориентацией в пространстве [1]. Поскольку такие плитки подвержены постоянному механическому и климатическому воздействию, возникает необходимость использования прочных и износостойких материалов. В настоящее время существует достаточное количество видов тактильной плитки, позволяющих заменить её повсеместно в различных эксплуатационных условиях. Рассмотрим два основных случая их применения на практике.

Для улиц, в т.ч. пешеходных переходов, возможно использование бетонных тактильных плиток, имеющих высокую прочность и способных выдерживать постоянные нагрузки от проезжающего автотранспорта. Является экономически выгодным и эффективным вариантом, в особенности при укладке одновременно с обычной тротуарной плиткой или при ремонте существующей тротуарной плитки.

Для общественных помещений и пространств (к примеру: медицинские, банковские и государственные учреждения, общественные пространства) применяются керамогранитные тактильные плитки, характеризующиеся высокой износостойкостью в местах с повышенной проходимостью, что обеспечивает их долгий срок службы, который, в свою очередь, оправдывает затраты на их устройство. Также для использования внутри зданий эффективным решением будет использование полимерной тактильной плитки (возможно исполнение из ПВХ, полиуретана и других материалов), имеющей клеевую основу, что позволяет выполнить быструю установку и замену в случае повреждения; применение такой плитки в уличных условиях нецелесообразно ввиду малой износостойкости по сравнению с другими видами.

Как можно увидеть, применение тактильных плиток является ярким примером обоснованного рационального выбора современного материала для устройства городской инфраструктуры. Ценовой фактор здесь имеет широкий диапазон, не ограничивая изначально высокой стоимостью, а позволяющей выбрать для использования как более дешевый традиционный, так и более дорогостоящий современный материал.

Перейдем к вопросу использования современных информационных технологий, а именно к цифровому моделированию зданий и сооружений (BIM). На данный момент BIM-технологии ещё не получили широкого применения ввиду ряда причин: малое количество квалифицированных специалистов, не развитая материальная база, не оптимизированный финансовый процесс, отсутствие чёткой структурированной нормативной базы. Однако цифровые технологии находятся на стадии активного развития ведутся активные обсуждения и научные разработки, потому вопрос их более активного применения и решения вышестоящих проблем – это лишь вопрос времени.

Информационная модель существует в течение всего жизненного цикла здания или сооружения, и даже дольше, вплоть до вывода объекта из эксплуатации. Данные, содержащиеся в модели, имеют варьируемый характер, то есть она может как дополняться, так и заменяться, отражая текущее состояние выбранного объекта в зависимости от реального положения дел [2]. Она содержит обширную информацию об оборудовании, материалах, их характеристиках, установленных для их цифровых моделей на этапе проектирования: материал, количество слоев и их толщины, объем, назначение элемента, привязки и другие параметры.

Наличие такой BIM-модели позволяет модернизировать систему аварийного оповещения и управления аварийными ситуациями. Например, в случае возникновения пожара или задымления объекта с реализованной интеграцией датчик отреагирует и передаст информацию дежурному диспетчеру. Далее имея в наличии точные поэтажные планы и места расположения датчиков, можно быстро определить, где произошло возгорание, в какие зоны с высокой вероятностью будет распространяться задымление, оперативно и точно среагировать на возникшую чрезвычайную ситуацию и принять меры для её дальнейшего устранения. Также есть возможность создания и настройки графика обслуживания каждой единицы оборудования и конструкций, по которому можно установить автоматические оповещения о запланированном осмотре, техобслуживании или окончании срока службы эксплуатации того или иного объекта, оборудования, конструкции [3].

Возможности, предоставляемые цифровой моделью объекта, позволяют обеспечить полный контроль за работой всех инженерных сетей здания, конструкций и оборудования, что ведёт к оптимизации процедуры мониторинга объекта и снижению экономических затрат, благодаря своевременному реагированию на изменения в функционировании заданного эксплуатируемого объекта.

Далее на примере использования бестраншейной реновации водоотводящих коллекторов разберём целесообразность применения современных технологий выполнения работ по устройству подземной городской инфраструктуры. Чаще всего на практике для прокладки инженерных сетей применяется открытый способ. Он включает в себя подготовку площадки для разработки траншеи, рытье траншеи на необходимую глубину, подготовительные работы для прокладки инженерных коммуникаций, прокладка труб или кабеля, засыпка траншеи и восстановление дорожного полотна дороги или ландшафтного дизайна. Описанная технология крайне неэффективна для городских условий, особенно в крупных городах, т.к. оказывает негативное влияние на привычный уклад жителей района, в котором ведутся работы. Для выполнения работ перекрываются дороги, тротуары, иные площади нахождения людей, создаётся сильный дисконфорт в передвижении горожан, особенно в местах с высокой проходимостью или нагруженных участках автодорог. Более того нарушается ландшафтный дизайн, однородность дорожного и пешеходного покрытия, что в дальнейшем может привести к появлению дефектов на этих участках (применение материалов другого сырьевого состава, нарушение технологии устройства покрытия и т.д.). Такой процесс является очень затратным не только на стадии выполнения работ, но и может привести к дополнительным затратам в дальнейшем.

На данный момент наиболее перспективным и развивающимся является бестраншейный метод прокладки. Такой метод удобнее и эффективнее открытого способа прокладки. Технология бестраншейной прокладки инженерных коммуникаций позволяет сохранять окружающую среду, свести к минимуму воздействие на жизненный ритм горожан,кратно сократить финансовые расходы и уменьшить продолжительность выполнения работ.

В настоящее время разработаны следующие виды бестраншейных технологий: метод прокола (скважины образуются за счет уплотнения массива грунта); продавливание (грунт при продавливании не вдавливается в стенки, а подобно керну при колонковом бурении, поступает в снаряженную ножом трубу); горизонтальное бурение (применяется для работы с трубами любого диаметра и с относительно меньшим усилием, чем при проколе или продавливании); микротоннелирование (проходка в грунте осуществляется проходческой машиной, движение которой обеспечивает мощная домкратная станция, установленная в шахте на глубине прокладки трубопровода) [4].

Таким образом, использование технологии бестраншейного способа прокладки инженерных сетей является эффективным примером решения применения современной технологии выполнения работ, позволяющей снизить затраты не только на этапе выполнения работ, но и значительно сократить их в долгосрочной перспективе.

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод, что использовать современные новшества необходимо только в случае их реальной эффективности относительно традиционных методов и материалов. Затраты на их использование должны быть обоснованы их эффективностью. Только в таком случае это будет рациональным и целесообразным решением.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современные материалы для реализации государственной программы "Доступная среда" / М. М. Косухин, А. М. Косухин, А. В. Сватных, А. В. Кузнецов // Наука и инновации в строительстве: Сборник докладов III Международной научно-практической конференции к 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2019. – С. 156-161.

2. Косухин, М. М. Информационное моделирование зданий и сооружений на всех этапах жизненного цикла / М. М. Косухин, М. С. Кондауров, А. М. Косухин // Наука и инновации в строительстве: Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2020. – С. 95-100.

3. Малюкова, М. В. Перспективы применения BIM-технологий на эксплуатационной стадии жизненного цикла строительного объекта / М. В. Малюкова, И. С. Титовская, Н. М. Шунькин // Наука и инновации в строительстве: Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2020. – С. 100-106.

4. Сохранение ландшафтного дизайна при реконструкции муниципальных территорий путем применения бестраншейной реновации водоотводящих коллекторов / М. М. Косухин, Л. В. Константиновская, А. М. Косухин, М. А. Богачева // Научные технологии и инновации: Сборник докладов Международной научно-практической конференции. Том Часть 2. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2016. – С. 80-86.

Кулабухов Е. А., студент

Научный руководитель: канд. техн. наук., доц.
Саввин Н. Ю.

Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИМЕНЯЕМОЕ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Вода, главный ресурс всего человечества, без него человек не в состоянии существовать [1].

В связи с этим, мы должны обеспечить не только подачу данного ресурса. Для этого применяются определённая система, включающая в себя такие инженерные решения как:

Насос – один из главнейших факторов всей системы, предназначен для поддержания напора воды в системе.

Насосы делятся на несколько видов, мембранные, пневматические, шланговые, винтовые и т.д. [2].

Мембранный насос работает по принципу изменения объема рабочей камеры (рис. 1) [3].

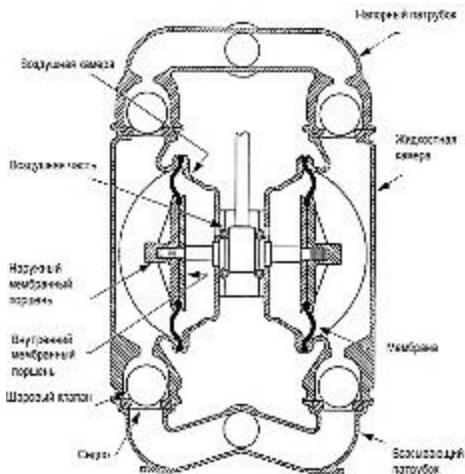


Рис. 1. Схема мембранного насоса

Плюсом пневматического насоса является его высокое КПД, а также способность к перекачке большинства жидкостей, в том числе и «агрессивных», в промышленности используются несколько видов таких насосов, винтовые, бочковые, мембранные и поршневые (рис. 2).

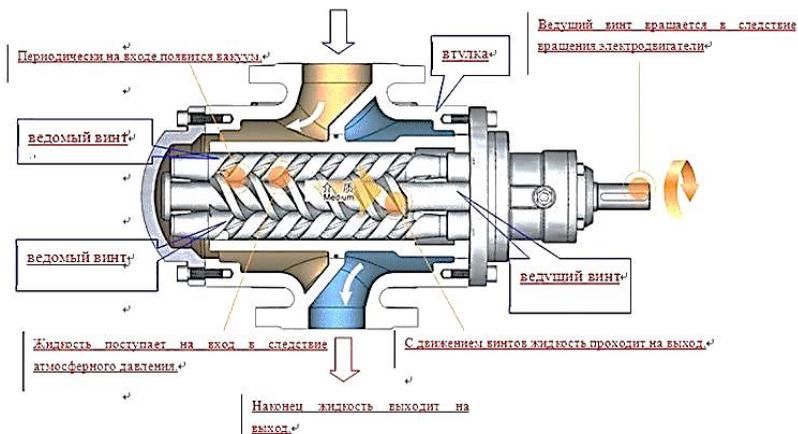


Рис. 2. Схема пневматического насоса

Шланговые насосы абсолютно отличаются от любого другого насоса, тем что жидкость не контактирует с силовыми агрегатами насоса (рис. 3).



Рис. 3. Шланговый насос

Винтовой насос представляет собой систему, перекачка жидкости в котором происходит посредством нагнетания напора винтовыми роторами (рис. 4) [3].

Так же, кроме насосов есть вспомогательное оборудование. Водомерный узел – служит для отслеживания потребления горячей и холодной воды (рис. 5).

Гидробак – помогает избежать гидроударов, что существенно повышает качество работы всей системы (рис. 6).

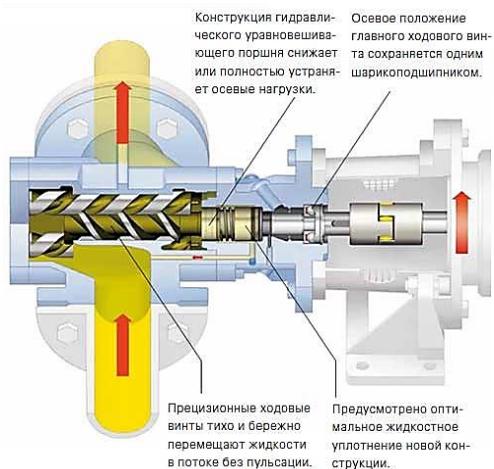


Рис. 4. Винтовой насос

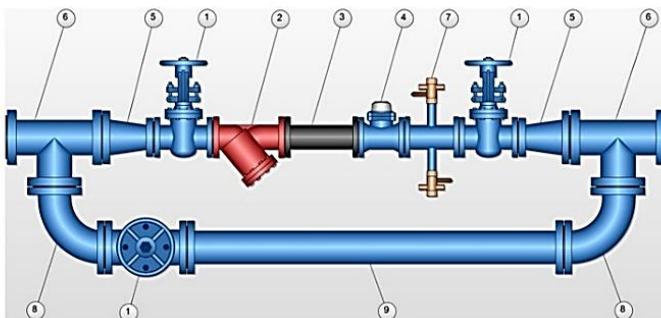


Рис. 5. Водомерный узел: 1 – задвижка; 2 – фильтр; 3 – проставка; 4 – счетчик воды; 5 – переход; 6 – тройник; 7 – крест специальный; 8 – колено; 9 – обводная проставка



Рис. 6. Гидробак

Фильтр – предназначен для очистки воды, подаваемой через систему водоснабжения (рис. 7).



Рис. 7. Фильтр водоснабжения

Запорная арматура – одна из главных деталей всей системы, которая не дает вытекать воде в этой системе (рис. 8).



Рис. 8. Запорная арматура

Так же есть не менее важная система отопления, она может быть автономная и центральная. При центральной системе источником питания является ТЭЦ или котельная, а при автономной системе источником питания является котел, печь или любой другой нагревательный прибор [4].

Центральная система может быть двух типов закрытая и открытая, в первом случае вода для ГВС отбирается непосредственно из теплосети, а во втором случае циркулирует не изменяемый объем теплоносителя, подогреваемый в теплообменниках.

Так же, существует несколько видов разводки отопления, такие как последовательные и коллекторные. При последовательной разводке каждый отопительный прибор подключается парой подводов к общему

для всех приборов разливу, при коллекторной системе каждая батарея подключается к общему коллектору [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Самойлова К. И. Проблемы водоотведения в России. КГАУ, 2019.
2. Зубкова Д. С. Проблемы водоснабжения в России. РЭУ. VI научно – практическая конференция. 2008 г.
3. А. М. Иванов Промышленное водоснабжение. Тула: Изд-во ТулГУ, 2019, 6-9 с.
4. «Системы отопления» [Электронный ресурс] URL: <https://moikolodets.ru/sistemy-otopleniya-i-goryachego-vodosnabzheniya-749>
5. Куцев Л. А., Никулин Н. Ю., Саввин Н. Ю. Проектирование системы теплоснабжения ЖКХ с применением теплонасосной установки. Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2021. 143 с.

Лобачёв Ю.А., студент

**Научный руководитель: канд. экон. наук, доц.
Козлюк А.Г.**

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПРЕИМУЩЕСТВО ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЕЙ НАД КОНДЕНСАЦИОННЫМИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ (КЭС)

Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) играют важную роль в производстве электроэнергии и тепла во многих странах мира. Они являются одним из видов тепловых электростанций, которые используют тепловую энергию для выработки электроэнергии (рис. 1). В данной статье мы рассмотрим преимущества теплоэлектроцентралей перед другими видами тепловых электростанций.

ТЭЦ – разновидность тепловой электростанции, которая не только производит электроэнергию, но и является источником тепловой энергии в централизованных системах теплоснабжения (в виде пара и горячей воды, в том числе для обеспечения горячего водоснабжения и отопления жилых и промышленных объектов).

На ТЭЦ есть возможность перекрывать тепловые отборы пара, в этом случае ТЭЦ становится обычной КЭС (конденсационные электростанции).

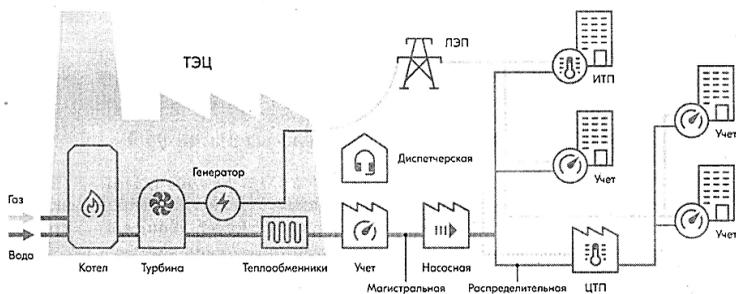


Рис. 1. Схема взаимодействия ТЭЦ с внешними элементами

Это дает возможность работать ТЭЦ по двум графикам нагрузки:

- тепловому – электрическая нагрузка сильно зависит от тепловой нагрузки (тепловая нагрузка – приоритет);
- электрическому – электрическая нагрузка не зависит от тепловой, либо тепловая нагрузка вообще отсутствует, например, в летний период (приоритет электрическая нагрузка).

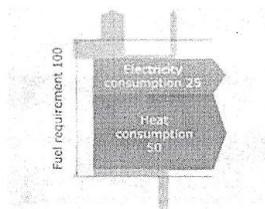
Совмещение функций генерации тепла и электроэнергии (когенерация) выгодно, т. к. оставшееся тепло, которое не участвует в работе на КЭС, используется в отоплении.

Это повышает расчётный КПД в целом (35-43 % у ТЭЦ и 309/0 у КЭС), но не говорит об экономичности ТЭЦ (рис. 2).

Когенерация, КПД использования топлива 75 %

Потери в котлах и эксплуатационные потери 14

Потери при передаче энергии 4



Потери при передаче тепла 7

Рис. 2. Схема распределения КПД ТЭЦ

Основными же показателями экономичности являются удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении и КПД цикла КЭС.

При строительстве ТЭЦ необходимо учитывать близость потребителей тепла в виде горячей воды и пара, т. к. передача тепла на большие расстояния экономически нецелесообразна.

Одним из главных преимуществ теплоэлектроцентралей является их высокая эффективность использования топлива. ТЭЦ сочетают в себе функции тепловой и электрической станции, что позволяет использовать тепловую энергию, выделяемую при сжигании топлива, для производства пара, который затем используется для вращения турбин и выработки электроэнергии. Благодаря этому, теплоэлектростанции могут использовать топливо более эффективно, чем обычные тепловые электростанции, такие как конденсационные электростанции (КЭС), которые производят только электроэнергию, и котельные, которые только генерируют тепло.

Благодаря эффективному использованию топлива, теплоэлектроцентрали также способствуют снижению выбросов парниковых газов. Выбросы парниковых газов от ТЭЦ обычно ниже, чем от КЭС или котельных, поскольку тепло, которое теряется при выработке электроэнергии на КЭС, не используется на ТЭЦ.

Теплоэлектростанции также играют важную роль в обеспечении населения теплом. ТЭЦ способны производить как электроэнергию, так и тепло, что делает их более привлекательными для коммунальных предприятий и муниципалитетов, чем КЭС или котельные. Тепло может использоваться для отопления жилых домов, промышленных объектов и других зданий, что обеспечивает надежное и эффективное отопление в холодное время года.

Теплоэлектростанции обладают высокой гибкостью и надежностью по сравнению с другими видами электростанций. ТЭЦ могут быстро переключаться между режимами производства электроэнергии и тепла, в зависимости от потребностей рынка и погодных условий. Это позволяет обеспечить более стабильное и надежное энергоснабжение и минимизировать риски перебоев в электроснабжении.

Использование теплоэлектроцентралей может быть экономически выгодным для коммунальных предприятий. Благодаря их высокой эффективности и снижению выбросов парниковых газов, ТЭЦ могут снизить затраты на электроэнергию и тепло по сравнению с КЭС и котельными. Кроме того, стоимость топлива для ТЭЦ может быть ниже, поскольку они используют тепло для производства электроэнергии, а не просто для его сжигания.

Преимущества теплоэлектроцентралей делают их предпочтительным видом тепловых электростанций для многих стран. Высокая эффективность использования топлива, снижение выбросов,

производство тепла, гибкость и надежность, а также экономические выгоды делают их оптимальным выбором для обеспечения надежного и эффективного энергоснабжения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Основы современной энергетики: В 2-х томах [А.П. Бурман и др.]; под общ. Редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. –Т. 1: Современная теплоэнергетика/ Под редакцией проф. А.Д. Трухня – 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 472с.
2. Волков Э. П., Ведяев В.А., Обрезков В.И. Энергетические установки электростанций / Под ред. Э.П.Волкова. –М.: Энергоатомиздат, 1983. – 280с.
3. <https://neftegaz.ru/tech-library/elektrostantsii/142466-teploelektrotsentral-tets/>.

Макулов Д.М., курсант

**Научный руководитель: канд. техн. наук
Зарубин В.П.**

*Ивановская пожарно-спасательная
академия ГПС МЧС России, г. Иваново, Россия*

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ И ПОИСКУ ДЕФЕКТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Большое разнообразие строительных материалов позволяет возводить здания различного функционального назначения с обеспечением необходимых показателей прочности и надежности. Однако, даже использование современных строительных материалов не исключает возможности появления дефектов при возведении здания или при его эксплуатации. В зависимости от серьезности дефекта возникают вопросы о возможности дальнейшей эксплуатации здания или сооружения. Это означает, что обнаружение дефектов является важной и актуальной задачей.

Вне зависимости от строительного материала и вида конструкции, дефектом считают нарушение целостности как несущих, так и ограждающих конструкций вызывающие аварийные ситуации, и, даже, обрушение [1]. Рассматривая самые распространенные строительные материалы и конструкции из них, можно отметить, что у блочных, крупноблочных панельных зданий и зданий с железобетонным каркасом, имеется особый вид дефектов, обусловленный особенностями возведения здания и его дальнейшей эксплуатацией. Так

для блочных зданий характерными видами дефектов являются: выпадение раствора по швам наружных стен; крен стеновой панели; прогиб железобетонных элементов; растрескивание внутренних простенков; разгерметизация межблочных и межпанельных швов; коррозия закладных деталей; трещина над и под оконным проемом; наличие растрескиваний в опоре плиты; зазоры в точках сопряжения панелей (рис. 1).



Рис. 1. Дефекты блочных зданий

Крупногабаритные панельные строения из-за особенностей применяемых материалов и размеров основных строительных элементов могут иметь следующий вид дефектов: наличие растрескивания штукатурки по периметру плит перекрытия, блоков и стеновых панелей; разгерметизация закладных деталей, в результате выпадения раствора; незначительное раскрытие сварных элементов и арматуры железобетонной конструкции; оголение металлических элементов арматурного каркаса над дверями и окнами; изменение положения крупных блоков и стеновых панелей в пространстве, с отклонением от вертикальной оси (рис. 2).

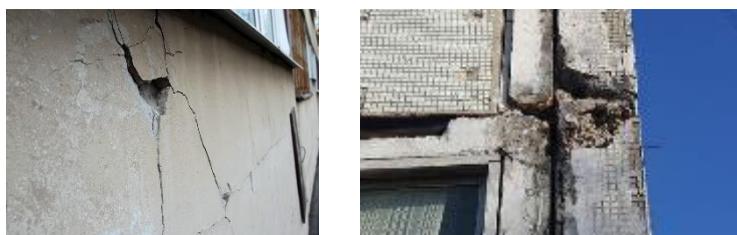


Рис. 2. Дефекты крупногабаритных панельных строений

Характерными повреждениями и дефектами зданий с железобетонным каркасом являются: несоответствие марки бетона по прочности на сжатие классу бетона, заявленному в проекте; несоответствие геометрических размеров конструкций указанным в

проектной документации; наличие трещин (поверхностных и глубоких) и сколов; состояние наружных покрытий (защитных и декоративных); нарушение правильности геометрических форм конструктивов; отслоение бетона от арматуры; наличие очагов коррозии на бетонных конструкциях и армирующем каркасе; неудовлетворительное состояние анкеров и нарушение целостности в продольной и поперечной арматуре (рис. 3).



Рис. 3. Дефекты зданий с железобетонным каркасом

Фотографии, представленные на рис. 1-3, показывают явные отклонения целостности конструкции от норм и требований. Определить наличие таких повреждений, можно визуально не используя специального оборудования. Однако, часто встречаются скрытые дефекты невидимые невооруженным взглядом, наличие которых так же снижает прочность зданий и сооружений [2, 3]. В этом случае для их обнаружения используют специальную методику и оборудование. Работы по обнаружению скрытых дефектов, а также оценку прочности строительных конструкций проводят как на этапе строительства, так и на этапе эксплуатации зданий и сооружений.

Существует два способа определения прочности изделия или строительной конструкции [4]. К ним относятся разрушающий и неразрушающий методы. Разрушающий метод определения прочности в обязательном порядке проводится для бетонных элементов здания при строительстве и вводе его в эксплуатацию. Испытания проводятся на специальных образцах с помощью гидравлических прессов. Для этого образцы отдельно изготавливают на строительной площадке, отбирают керны из готовых конструкций, изготавливают образцы в лабораторных условиях (рис. 4).



Рис. 4. Разрушающий метод определения прочности бетонных образцов

У каждого способа есть свои преимущества и недостатки. Самым значительным недостатком является то, что образец разрушается и даже если он удовлетворял условиям прочности использоваться в дальнейшем не может. Кроме этого, определить наличие дефекта в строительной конструкции указанным выше методом не представляется возможным.

Неразрушающий метод оценки технического состояния конструкций и определения их прочности основан на зависимости скорости прохождения ультразвука, радиоволн, радиоактивных и других сигналов от упругих, упругопластических и структурных свойств материалов конструкций и их геометрических размеров. При проведении таких исследований целостность конструкции не нарушается. Стоит отметить, что неразрушающий метод исследований позволяет определить не только прочностные характеристики строительного материала, но и марку бетона, предельную разрушающую нагрузку, прогиб от нормативной нагрузки и т.д. (рис. 5).



Рис. 5. Неразрушающий метод определения прочности бетонных конструкций

Таким образом применение неразрушающего способа определения прочностных характеристик строительных материалов и обнаружения

скрытых дефектов имеет ряд преимуществ перед разрушающим способом. Однако обследовать строительную конструкцию целиком и определить ее слабые места с помощью мобильных ручных приборов невозможно. Требуется много времени на получение данных от исследований и на их обработку. Поэтому, в настоящее время, исследователями ведутся работы в области применения компьютерных программ, трехмерного моделирования и искусственной нейронной сети (ИНС) для определения прочностных характеристик строительных конструкций [5, 6]. Исследователями проводятся работы по использованию ИНС для прогнозирования дальнейшего поведения строительного материала в зависимости от его свойств, условий получения, состава, наличия или отсутствия посторонних включений и ряда других показателей. Представленные результаты исследований показывают большую точность проведенных расчетов на прочность с помощью ИНС и соответствие полученных расчетных значений с результатами испытаний на прочность натуральных образцов.

Таким образом вопрос контроля качества строительных конструкций актуален и требует поиска новых современных путей и способов своевременного обнаружения дефектов строений. Использование современного оборудования позволяет с большой точностью получать данные о состоянии вводимого в эксплуатацию или эксплуатируемого здания, или сооружения. Использование компьютерных программ и систем при правильном прогнозировании позволяет минимизировать образование слабых мест при строительстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кропотова, Н.А. Исследование разрушения бетона под воздействием различных факторов // Устойчивость материалов к внешним воздействиям. Сборник трудов II Всероссийской научно-практической конференции, 23 сентября 2020 года. Химки: ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. 2020. С. 63 – 67. Текст: непосредственный.

2. Пучков, П. В. Исследование свойств керамических материалов при возникновении чрезвычайных ситуаций техногенного характера / П. В. Пучков // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: Материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны. В 3-х частях, Москва, 28 февраля 2020 года. Том Часть II. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, 2020. – С. 360-364.

3. Пучков П.В., Иванов В.Е. Исследование влияния высоких температур на механические свойства керамических материалов. Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 370-й годовщине образования пожарной охраны России, Иваново, 11 декабря 2019 г. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. С. 168-172.

4. Киселев, В. В. Оценка прочности металлоконструкций, подвергшихся воздействию высоких температур / В. В. Киселев, К. Н. Архангельский, В. Е. Иванов // Пожарная и аварийная безопасность: Материалы X Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию МЧС России, Иваново, 26–27 ноября 2015 года / Под общей редакцией И.А. Малого. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2015. – С. 217-219.

5. Использование программы ArchiCAD при моделировании чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах / В. Е. Иванов, И. А. Легкова, В. П. Зарубин, Н. А. Кропотова // Актуальные проблемы пожарной безопасности: материалы XXVIII международной научно-практической конференции: в 2 частях, Ногинск, 19–20 мая 2016 года. Том Часть 1. – Ногинск: Всероссийский ордена "Знак Почета" научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2016. – С. 417-421.

6. Инновационные технологии при обучении графическим дисциплинам / И. А. Легкова, В. П. Зарубин, В. В. Киселев [и др.] // Пожарная и аварийная безопасность: материалы IX Международной научно-практической конференции, Иваново, 20–21 ноября 2014 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2014. – С. 300-301.

Мигулина А.А., магистрант

Научный руководитель: ст. преп.

Литовкин Н.И.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

**О ТЕХНИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ, НАДЕЖНОСТИ
И МЕТОДАХ РЕМОНТА И УСИЛЕНИЯ НАРУЖНЫХ СТЕН
НА ПРИМЕРЕ ЗДАНИЯ УЧЕБНОГО КОРПУСА
ГОУ «ШЕБЕКИНСКАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
СПОРТИВНАЯ ШКОЛА-ИНТЕРНАТ «САЛЮТ»
В ГОРОДЕ ШЕБЕКИНО**

Проведение настоящих исследований вызвано необходимостью установления степени технического состояния, несущей способности, устойчивости и надежности стен здания школы в связи с их растрескиванием. Повышенная деформативность растрескавшихся несущих стен зданий вызывает необходимость проверки их несущей способности, устойчивости и трещиностойкости, а также установления пространственной жесткости здания и разработки мероприятий по обеспечению требуемых эксплуатационных качеств, методов и конструкций его усиления несущих и ограждающих конструкций [1, 2].

Объемно-планировочное и конструктивное решения были установлены по материалам технического паспорта БТИ, а в дальнейшем – непосредственно при выполнении натурных обследований основных несущих и ограждающих конструкций здания.

Здание школы было построено в 1957 г. и является разноэтажным, сложного очертания в плане: 2-х и 3-х этажным. Здание бесподвальное с высотой этажей – 3,0 м. Оно оборудовано двумя лестничными клетками. Крыша – скатная вальмовая. Водоотвод с кровли – наружный организованный.

Конструктивная схема здания школы является жесткой бескаркасной. Это двухпролетное и трехпролетное здание с наружными и внутренними продольными несущими стенами, на которые опираются сборные железобетонные многопустотные плиты междуэтажных и чердачного перекрытий. Часто расположенные внутренние поперечные жесткие стены обеспечивают жесткость междуэтажных и чердачного перекрытий в своей плоскости и всего здания в целом. Толщина наружных стен – 510 мм, внутренних – 380 и 250 мм.

Основными конструктивными элементами здания школы являются:

- фундаменты – ленточные бутовые;
- наружные и внутренние стены из глиняного кирпича на сложном растворе;
- междуэтажные и чердачное перекрытия – из сборных железобетонных многопустотных плит;
- крыша – деревянная скатная вальмовая, наслонные стропила с деревянной обрешеткой и кровлей из асбестоцементных волнистых листов (АЦВЛ);
- полы – дощатые, линолеумные и из керамической плитки;
- окна – из ПВХ-профиля; двери – деревянные;
- перемычки – сборные железобетонные и армокирпичные с арматурными стержнями;
- наружная отделка стен – кладка под расшивку швов с окраской фасадными красками;
- внутренняя отделка стен – штукатурка с масляной окраской или оклейкой обоями; в санузлах и бытовых помещениях – керамическая плитка.

Здание школы оборудовано системами центрального отопления, водоснабжения и канализации, электрифицировано, радиофицировано и телефонизировано.

При визуальном обследовании несущих и ограждающих стен и перегородок, конструкций междуэтажных и чердачного перекрытий здания школы установлено следующее.

При определении прочности кирпича и раствора наружных стен неразрушающими методами контроля, в том числе портативным прибором «ОНИКС М-2.3» установлено, что наружные стены устроены из глиняного кирпича марок М75-М100 на сложном растворе марок М25-М50.

В надоконных поверхностных слоях кладки на отдельных участках наружных стен 1-го и 2-го этажей здания произошло их существенное повреждение, выразившееся в растрескивании и нависании кладки на оконные блоки. Ширина раскрытия протяженных горизонтальных трещин в надоконной кладке достигает 5-10 мм.

При вскрытии лицевой кладки над оконным проемом при толщине стены 510 мм установлено, что надоконные перемычки устроены из сборных железобетонных брусев лишь с внутренней стороны для опирания сборных железобетонных плит перекрытий на толщину стены в 380 мм, а наружные лицевые слои кладки этой же стены поддерживаются двумя арматурными стержнями диаметром 6-8 мм из гладкой арматуры класса А240. При этом 4 ряда ложковой кладки

устроенные при возведении стены непосредственно передают нагрузку только на указанные арматурные стержни, оштукатуренные сложным раствором толщиной 10-15 мм. Выше расположенная надоконная кладка передает нагрузку через кладку тычкового ряда (5 ряд над оконным проемом) на сборные железобетонные переемы. Таким образом, именно в начальный период, при неокрепшей кладке лицевого слоя при возведении кладки над оконным проемом произошли большие деформации (прогибы) арматурных стержней. В результате этого в кладке над окнами образовались протяженные трещины шириной раскрытия 5-10 мм преимущественно в горизонтальных и вертикальных швах кладки под ее тычковым рядом. Имеются трещины, проходящие по кирпичу.

Эти дефекты характерны для кладки практически над всеми оконными проемами. Все вышеуказанное грозит опасностью внезапного обрушения растрескавшейся лицевой кладки на дефектных участках стены.

Вертикальные или с небольшим наклоном трещины имеются и в простенках между оконными проемами и под ними. Трещины имеют максимальную ширину раскрытия от 1,5 до 15,0 мм у карниза и затухает у цоколя. Их характер распространения на различных участках стены следующий: от карниза здания до верха оконных проемов 3-го этажа, далее по смежным межоконным простенкам 2-го и 1-го этажей, и далее в подоконной кладке вниз до цоколя.

На отдельных участках карнизов и в местах размещения водосточных труб происходит замачивание и размораживание поверхностных участков кладки стен здания.

По всему периметру здания школы, за исключением территории у наружной стены главного фасада, на котором устроено мощение из тротуарной плитки, отсутствует какая-либо отмостка.

Деревянные оконные и дверные блоки при длительной эксплуатации без проведения ремонтов разошлись, а на отдельных участках прогнили и перекошились.

По материалам проведенных обследований была выполнена оценка технического состояния и физического износа основных конструктивных элементов здания и, особенно, на участках, в наибольшей степени подверженных повышенным деформациям. Отдельные наиболее поврежденные участки наружных стен здания характеризуют их техническое состояние как ограниченно работоспособное.

В соответствии с [3], установлена следующая оценка физического износа основных несущих и ограждающих конструкций здания:

- 1) фундаменты – 25%;

- 2) внутренние стены – 25-30%, наружные – 40-50%;
- 3) перегородки – 30-40%;
- 4) междуэтажные перекрытия – 25-30%;
- 5) плиты совмещенного покрытия - 30-35%;
- 6) крыша и кровля – 30-35%.

Небольшой физический износ внутренних стен, фундаментов и значительной части наружных стен, плит междуэтажных перекрытий и совмещенного покрытия здания свидетельствует, что их техническое состояние является исправным, работоспособным и удовлетворительным, за исключением отдельных участков наружных стен, техническое состояние которых является неисправным, неудовлетворительным и ограничено работоспособным [4].

Анализ материалов проведенных исследований позволяет прийти к следующим основным выводам:

1. Техническое состояние несущих и ограждающих конструкций здания школы в основном является исправным, удовлетворительным и работоспособным. Исключение составляют лишь отдельные растрескавшиеся участки наружных стен, техническое состояние которых является неисправным, ограничено работоспособным и неудовлетворительным.

2. Основными причинами образования и развития значительных трещин на отдельных участках стен здания являются повышенные неодновременные и неравномерные просадки просадочных грунтов (суглинков) оснований и осадки фундаментов, возникшие в начальный период эксплуатации здания, при замачивании их атмосферными поверхностными осадками в отсутствие качественной отмостки и аварийными утечками из инженерных сантехнических сетей во время длительной эксплуатации здания.

3. Для восстановления и ремонта всех строительных конструкций и создания нормальных условий эксплуатации здания на длительную перспективу необходимо:

- исключить источники замачивания грунтов оснований под фундаментами;
- выполнить все необходимые ремонтные (восстановительные) и отделочные работы.

4. Для устранения источников замачивания грунтов оснований необходимо:

- выполнить детальную ревизию и осуществить все необходимые ремонтные работы по герметизации трубопроводов и арматуры всех водонесущих систем (отопление, водопровод, канализация) или осуществить их полную замену на новые и современные;
- устроить новую или кардинально отремонтировать существующую отмостку по периметру здания [5];

– по периметру школы удалить расположенные на расстоянии менее 4 м от здания растущие деревья.

5. Для восстановления растрескавшихся наружных продольных несущих стен здания и для повышения общей пространственной жесткости здания необходимо их участки, рассеченные сквозными трещинами, усилить путем «сшивки» кладки у трещин двухсторонними накладками из полосовой стали на двух болтах с каждой стороны трещины [6].

6. Усиление растрескавшейся кладки над оконными проемами на дефектном участке стены выполнить установкой уголка 75х6 в месте устройства перемычки под лицевую кладку стены с защитой его масляной окраской за два раза от атмосферных воздействий.

7. Усиление межоконных простенков выполнить стальной обоймой.

8. Все трещины в стенах и перегородках шириной 2 мм и более зачеканить ремонтным раствором.

9. Участки наружной поверхности кладки стен с осыпавшимся раствором заполнением расчистить на глубину 15-20 мм и произвести тщательную зачеканку швов сложным раствором марки М-75.

10. Учитывая требование норм (СНиП) об утеплении с 01.01.2000 г. ремонтируемых и восстанавливаемых жилых и общественных зданий, считаем необходимым осуществление работ по утеплению наружных стен.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Серых И.Р., Чернышева Е.В., Дегтярь А.Н., Черноситова Е.С., Чернышева А.С. «Экспертиза промышленной безопасности здания цеха Шебекинского химического завода с целью оценки технического состояния конструкций» // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. №9. С. 55-60.

2. ГОСТ Р 54257-2010 «Надежность строительных конструкций и оснований».

3. СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений» // Госстрой России, М. 2004.

4. СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения». Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003) (взамен СНиП 2.03.01-84, СТ СЭВ 1406-78, СНиП II-21-75, СН 511-78).

5. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений». Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.

6. СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции». Актуализированная редакция СНиП II-22-81*.

Нерезова И.С., магистрант

**Научный руководитель: ст. преп.
Косухин А.М.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Регулярный контроль технического состояния и постоянный надзор за пригодностью строительных конструкций и инженерного оборудования играют ключевую роль в эксплуатации зданий и сооружений. Такой вид постоянного не только визуального, но и инструментального наблюдения отсрочивает преждевременный износ конструкции и здания в целом, позволяет планировать и проводить профилактические мероприятия.

При оценке технического состояния конструктивных элементов, инженерного оборудования и здания в целом, особое внимание стоит уделять физическому износу.

Различают две формы физического износа: устранимый и неустраняемый. Первая форма физического износа обусловлена снижением технико-экономических показателей здания. При этом снижение потребительских качеств является следствием увеличения потока отказов в функционировании конструктивных элементов и инженерных систем здания, в результате чего снижается срок службы конструкции и увеличиваются эксплуатационные расходы (расход топлива, расходы на текущий ремонт и т.п.) [1].

В том случае, если последующая эксплуатация здания становится опасной по условиям техники безопасности, здание или сооружение относят к категории неустраняемого физического износа.

Износ здания с учетом выполнения мероприятий по ремонту, наладке и содержанию инженерных систем и конструкций называется нормальным физическим износом [2]. В соответствии с ним определяется срок службы здания. Однако для жилых зданий на срок службы влияет группа капитальности здания.

Степень физического износа – это оценка технического состояния элементов здания, показывающая степень повреждения, утрату первоначальных физических характеристик, соответствующих эксплуатационным требованиям. Это приводит к снижению первоначальной стоимости здания в целом. Поэтому на этапе проектирования и строительства здание приобретает свою экономическую ценность, затем в последующий период,

непосредственно в процессе эксплуатации, первоначальная стоимость снижается.

При такой оценке технического состояния конструкций становится возможным их сравнение, несмотря на разные свойства и характеристики.

В настоящее время в соответствии с методикой, описанной в ВСН 53-86 «Правила оценки физического износа жилых зданий», физический износ зданий определяется как сумма величин физического износа отдельных элементов конструкции. В то же время при визуальном осмотре даже с использованием самых простых инструментов (уровня, отвеса, рулетки и т.п.) выявляются признаки физического износа. В некоторых случаях этот прием предполагает вскрытие отдельных элементов конструкции.

Существуют некоторые недостатки в вышеупомянутом методе:

- требуется значительное количество трудовых ресурсов, времени и денежных средств;

- на основе полученных данных невозможно отразить динамику физического износа строительных конструкций на различных этапах эксплуатации и, следовательно, принимать во внимание этот фактор при разработке оптимального графика профилактических мероприятий;

- отсутствует информация о моральном износе зданий.

Также существуют методы, основанные на принципах усредненных сроков службы конструктивных элементов зданий. Суть этих методов заключается в определении теоретического значения физического износа здания на любой момент времени на основе следующих факторов:

- средних сроков службы различных конструктивных элементов зданий, которые подвергаются износу в разной степени в зависимости от их функций;

- удельного веса их стоимости в общей стоимости здания.

Преимущество данных методов заключается в возможности определения степени физического износа на любой момент времени.

Альтернативный метод заключается в сравнении усредненного срока службы данного элемента с фактическим [3].

Основные принципы определения физического износа и стоимости необходимого ремонта, представленные в нормативных документах, базируются на взаимосвязи между ними. Согласно исследованиям С.К. Балашова, это соотношение имеет линейную зависимость. Однако физический износ развивается во времени неравномерно. Как указывал К. Маркс, развитие физического износа можно разделить на три периода – «болезни детства», «нормальное состояние» и «старческие болезни».

Помимо физического старения, здание также подвергается моральному износу. Моральный износ затрагивает здание независимо от его физического состояния и проявляется в ухудшении эксплуатационных характеристик, вызванных изменением нормативных требований к планировке, благоустройству и комфортности.

В свете постоянно обновляющихся нормативных стандартов, моральный износ здания может наступить гораздо раньше, чем физический.

Существуют две главные категории морального износа:

- моральный износ первого типа возникает в результате прогресса в научно-технической сфере и снижения стоимости строительства;
- моральный износ второго типа происходит из-за старения зданий, отдельных элементов и инженерных систем, которые не соответствуют современным нормативам в объемно-планировочном, конструктивном, санитарно-гигиеническом и других аспектах.

Устранение морального износа второго типа связано с необходимостью проведения основного ремонта, реконструкции и модернизации зданий. Стоимость устранения морального износа существующего здания не должна превышать затрат на строительство нового здания, имеющего одинаковую площадь, но соответствующего требованиям новой технологии и благоустройства.

Важно отметить, что до недавнего времени основное внимание уделялось физическому износу зданий и сооружений. Однако в современных условиях оба эти фактора стали одинаково важными, а в ближайшем будущем проблемы морального износа станут более существенными благодаря быстрому развитию технологий.

Анализ исследований различных авторов свидетельствует о том, что быстрый износ зданий и сооружений обусловлен ошибками на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации. Поэтому необходимо собирать данные о состоянии конструкций в процессе эксплуатации для разработки оптимальных систем обслуживания и обеспечения надежности зданий [4].

В процессе эксплуатации зданий возникают ситуации, которые требуют сбора, обновления и анализа фактической информации о состоянии строительных конструкций, инженерных систем и самого здания [5].

В заключении можно сделать вывод о том, что создание единой информационной системы, которая включает сбор и накопление данных о текущем состоянии объекта на всех этапах его жизненного цикла, является основой для эффективного обеспечения надежности зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений: Справ, пособие/ М.Д. Бойко, А.И. Мураховский, В.З. Величкин и др.; Под ред. М.Д. Бойко. М.: Стройиздат, 1993. 208с
2. Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания жилых зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения: ВСН 58-88 Госкомархитектуры. М.: Стройиздат, 1990.
3. Черняк А.В. Оценка городской недвижимости. М.: Русская Деловая Литература, 1996.
4. Тарасевич Е.И. Оценка недвижимости / СПбГТУ, СПб., 1997. 422 с.
5. Скороходов К.Р., Косухин А.М., Богачева М.А. Роль состояния жилищно-коммунального комплекса в обеспечении устойчивого развития муниципальных образований Белгородской области. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №11. С. 212-218.

Нерезова И.С., магистрант

Научный руководитель: ст. преп.

Косухин А.М.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭТАПОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

На сегодняшний день здание рассматривают как сложный и дорогостоящий объект, который подразумевает под собой целую систему из многочисленных конструктивных элементов и инженерного оборудования, выполняющее определённые функции. По меркам настоящего времени здание должно обладать рядом следующих факторов:

– соответствовать назначению по размерам, планировке, инженерному оборудованию;

– обладать требуемыми прочностью, долговечностью, огнестойкостью и комфортностью;

– отвечать эстетическим требованиям, т.е. отличаться определёнными архитектурными качествами;

– быть экономичным при возведении и в эксплуатации.

Потребительская ценность здания снижается при отсутствии хотя бы одного из выше перечисленных качеств.

Многие исследования независимых друг от друга авторов подтверждают то, что параметры эксплуатационных качеств (ПЭК) важны на каждом этапе жизненного цикла здания: разработки проектов, изготовления конструкций на производстве, в ходе процесса строительства, при приемке и на протяжении всей эксплуатации. К тому же их можно выразить в расчётах, которые в свою очередь помогут провести сравнение расчетных параметров и фактических, а также поддерживать на заданном уровне необходимыми мерами технического обслуживания и ремонта. ПЭК можно поделить на две группы [1, 2]:

1 группа – физико-технические параметры; прочность, несущая способность конструкций; допустимые деформации конструкций; теплозащита ограждающих конструкций; герметичность и др.

2 группа – характеристики технологического соответствия здания его назначению; размеры – площадь, высота, объём; санитарно-гигиенические параметры среды обитания; экономические параметры строительства и эксплуатации, требования архитектуры.

ПЭК объединяет всех специалистов, работающих на разных этапах жизненного цикла над решением одной задачи – обеспечение объекта установленными нормами, а также самостоятельное обеспечение ПЭК в проекте. Благодаря этому работа на разных этапах становится подконтрольной и зависящей друг от друга, что в свою очередь повышает качество и экономию при возведении и эксплуатации.

С первых секунд существования у здания начинают происходить изменения как в отдельных его конструктивных элементах, так и в самом здании в целом, которые выражаются в ухудшении параметров и показателей. По важности и интенсивности такие изменения разнятся от ухудшения комфорта помещений до аварийного состояния инженерных систем или потере прочностных характеристик у отдельных конструкций, что может привести к разрушению всего здания. Если устранение первых ухудшений вполне возможно, то устранение следующих вызывает проблемы и приводит к аварийному состоянию всего здания. Все изменения в любом случае приводят к нарушению работоспособности. Таким образом, чем меньше вероятность выхода из строя здания полностью или его отдельных элементов, тем здание надежнее.

Благодаря растущим потребностям технических систем развивается и современная теория надежности, разрабатываются практические методы обеспечения надёжности технических систем на всех стадиях: проектирования, производства и эксплуатации [3].

Согласно ГОСТ 13377-75, Надежность – свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные параметры в заданных пределах в течении требуемого времени.

Надёжность позволяет использовать с необходимой эффективностью какую-либо конструкцию на определенном этапе эксплуатации. Надёжность можно охарактеризовать следующими факторами: время эксплуатации; условия содержания и мероприятия технического обслуживания и ремонтов.

Противоречие требований надёжности и экономичности заключается в следующем: при повышении надёжности увеличивается экономическая составляющая и, наоборот, удешевление приводит к снижению надёжности конструкций, что в последствие приводит к следующим результатам: либо удорожание процесса возведения самого здания, либо удорожание процесса эксплуатации и модернизации в последствии. Для определения оптимального уровня надёжности следует исходить из условия минимума ожидаемых затрат на строительство и эксплуатацию здания, включая все виды ремонтных работ.

Аспектом оптимальности системы с учетом восстановления является минимизация общих приведенных затрат. Сообразно данному аспекту надёжность здания является оптимальной, когда общие затраты на его проектирование, строительство и эксплуатации минимальны.

Определение приведенных затрат на строительство и эксплуатацию здания при недостаточности начальной информации является сложной задачей и во многих случаях представляется довольно приближенной.

Профилактические мероприятия, проводимые в процессе эксплуатации зданий, содержат несколько видов работ: техническое обслуживание (ТО), текущий (ТР) и капитальный (КР) ремонты.

Техническое обслуживание зданий – это необходимый комплекс работ по поддержанию в исправном состоянии элементов здания, сооружения, установленных им параметров и режимов работы их технических устройств.

Для восстановления исправности или работоспособности конструкций зданий и систем технического оборудования и поддержания на установленном уровне ПОО осуществляется текущий ремонт здания. К текущему ремонту причисляются следующие ремонтно-строительные работы:

- работы, которые уберегают конструкции и оборудование от преждевременного износа;
- работы по устранению в них незначительных повреждений и неисправностей, которые появляются в процессе эксплуатации.

Целью проведения капитального ремонта зданий и сооружений является восстановление их ресурса – ПЭК.

Капитальный ремонт проводится через значительные интервалы времени, которые для жилых зданий составляют 6 лет (выборочный КР) и 30 лет (комплексный КР). Капитальный ремонт предусматривает восстановление неисправных элементов и частей сооружений, повреждение которых ограничивает эксплуатационный потенциал здания. Снижение износа зданий и сооружений является результатом как раз-таки капитального ремонта.

Классификация профилактического ремонта довольно условна. Значительное различие текущего и капитального ремонта состоит не только в объемах, видах и источниках финансирования работ, но и в том, что текущий ремонт предназначен для предотвращения износа и сохранения проектного режима содержания здания и его элементов, а капитальный ремонт – для поддержания постоянного уровня надежности здания. Выполняемые при текущем и капитальном ремонте объемы и виды работ зависят от конструктивных специфик здания, сроков службы его отдельных элементов, технического состояния, условий эксплуатации, принятой системы ТОиР [4].

Таким образом, в заключении можно сделать вывод о том, что изучение проблематики надежности зданий представляет собой внушительный научный и практический интерес и инициировано рядом обстоятельств:

– во-первых, накоплению статистических данных по ряду показателей, которые позволяют дать оценку надежности зданий и сооружений, на сегодняшний день уделяется недостаточно внимания.

– во-вторых, ускоренный износ конструкций зданий приводит к уменьшению сроков межремонтного интервала, а это в свою очередь приводит к завышенным тратам на эксплуатацию [5].

– в-третьих, несоответствие фактических сроков службы конструктивных элементов усредненным вызывает последующие исследования надежности зданий и сооружений в эксплуатационных условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Колотилкин Б.М. Надежность функционирования жилых зданий. М: Стройиздат, 1989. 376 с.
2. Прокопишин, А.Н. Экономическая эффективность реконструкции жилищного фонда. М.:Стройиздат, 1990. 224 с.
3. Рогонский В.А. и др. Эксплуатационная надежность зданий. – Л.:Стройиздат, Ленингр. Отд-ние, 1983. 280 с.
4. Ройтман А.Г. Надежность конструкций эксплуатируемых зданий. Л.: Стройиздат, 1985. 175 с.

5. Косухин М.М., Косухин А.М., Кондауров М.С. Информационное моделирование зданий и сооружений на всех этапах жизненного цикла. IV Междунар. научн.-практ. конф. «Наука и инновации в строительстве»: сб. докл., Белгород, 17 апреля, 2020 г.: Белгород: изд-во БГТУ, 2020. С. 95-100.

Овчаров Р.А., магистрант

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.
Крючков А.А.**

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ВИДЫ И МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В данный момент система мониторинга регламентируется национальным стандартом РФ «ГОСТ Р 22.1.12-2005 [1]. Он распространяется на потенциально-опасные объекты, которые должны быть оснащены системами мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений.

Мониторингом можно назвать систему инструментальных, а также визуальных наблюдений за техническим состоянием конструкций [2]. Целью мониторинга является быстрое установление негативных воздействий на здание и сооружение и их оперативное устранение. Структурированная система мониторинга инженерных систем (СМИС) и система мониторинга строительных конструкций (СМСК) рекомендуют проектировать на базе программно-технических средств. Они осуществляют мониторинг и включают в себя компоненты такие как: беспроводная или проводная сеть передачи информации, исполнительные механизмы и средства автоматизации, комплекс измерительных средств, программы расчета напряженно-деформированного состояния конструкций.

В соответствии с п. 4.9 ГОСТ Р 22.1.12-2005, структурированная система мониторинга инженерных систем подлежит обязательной установке на особо опасных, потенциально опасных, технически сложных и уникальных объектах.

Различают следующие виды мониторинга строительных конструкций:

1. Общий мониторинг технического состояния зданий и сооружений – система контроля и наблюдения, которые осуществляются при помощи специальной программы, чтобы выявить

объекты, на которых произошли существенные изменения напряженно деформированного состояния несущих конструкций.

2. Мониторинг технического состояния зданий и сооружений, которые находятся в аварийном или ограниченно работоспособном состоянии. При мониторинге зданий или сооружений, состояние которых оценивается как аварийное или ограниченно работоспособное, контролируют процессы, которые протекают в грунте и конструкциях до и во время их усиления или восстановления.

3. Мониторинг технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния природно-техногенных воздействий [3] или крупных строек. При таком мониторинге осуществляется контроль процессов, которые протекают в конструкциях и грунте для своевременного обнаружения, прогноза развития негативных ситуаций и принятия мер для их устранения.

4. Мониторинг технического состояния особых зданий и сооружений осуществляется для обеспечения их безопасного функционирования, а также является основой проведения эксплуатационных работ на этих объектах.

При помощи развития информационно-измерительных систем, а также средств цифровой обработки сигналов [4, 5, 6] в данный момент есть огромные возможности для мониторинга технического состояния строительных конструкций, а также широкий выбор методов и средств мониторинга. Важно подобрать подходящий вариант метода и средства мониторинга для конкретного строительного объекта в пределах его технико-экономических показателей.

Есть четыре основных метода мониторинга технического состояния строительных конструкций:

1. Геодезические методы могут проводить с помощью нивелиров, а также применяя датчики, спутниковые GPS-технологии, лазерное сканирование строительных конструкций. При помощи геодезических методов можно определить перемещение строительных конструкций в пространстве, измерять их осадки, крены. Данные, которые получаются при геодезическом методе соответствуют состоянию конструкций на момент измерений. Проводятся разовые замеры и нет постоянной информации о динамике поведения конструкции.

2. Обследования технического состояния конструкций чаще всего проводят при помощи оценки состояния грунтового массива в основании здания или сооружения. Методы обследования технического состояния строительных конструкций дают возможность получить информацию при размещении под фундаментной плитой сети датчиков давления на грунт. В сваях можно разместить датчики измерения вертикальных нагрузок. Обследования проводят непрерывно, а это

значит, что есть возможность отследить динамику изменения технического состояния конструкций.

3. Определение величин нагрузок, напряжений и деформаций в конструкциях с помощью технических средств измерений. Для этого используют набор инструментов с применением вибрационных датчиков напряжений, которые размещены в фундаментной плите, стенах, пилонах и колоннах зданий. Исследования проводятся непрерывно, в автоматическом режиме.

4. Динамические методы выполняют следующими измерительными устройствами: наклономерами, сейсмометрами, велосиметрами и т. д. Данные методы показывают постоянную картину состояния строительной конструкции. Три рассмотренных раньше метода мониторинга технического состояния строительных конструкций дают возможность исследовать в основном величины осадок, нагрузок. Регистрация колебаний требует предварительную подготовку и создание моделей динамики строительных конструкций, поэтому это выполняют динамическими методами. Схемы исследований динамическими методами бывают довольно простыми [7]. Так же динамические методы дают возможность судить о совместной работе здания и грунтов в его основании. При динамическом методе применяют информационно-измерительные системы, которые оснащены датчиками, характеризующиеся принципом действия, диапазоном измерений, контролируемыми параметрами, чувствительностью и точностью измерений.

В последнее время в строительстве все чаще прибегают к использованию мониторинга, который позволяет в любой момент времени получить информацию о техническом состоянии элементов и конструкции в целом. Как показывает зарубежный опыт, стоимость использования автоматизированных систем контроля технического состояния строительных конструкций составляет не менее 3% от стоимости самого объекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 22.1.12-2005. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования. М., 2005.

2. Леденев В.В., Ярцев В.П. Обследование и мониторинг строительных конструкций зданий и сооружений. Тамбов: ТГТУ, 2017. 252 с.

3. Цифровое обследование зданий и сооружений, поврежденных в результате чрезвычайных ситуаций / Л. А. Сулейманова, А. А. Крючков, С. М. Есипов, П. А. Амелин // 65 лет ДонГТИ. Наука и практика.

Актуальные вопросы и инновации: Сборник тезисов докладов юбилейной международной научно-технической конференции. Т. 2. – Алчевск: Донбасский государственный технический институт, 2022. – С. 201-203.

4. Запруднов В.И., Серегин Н.Г., Гречаная Н.Н. Информационно-измерительные системы мониторинга технического состояния строительных конструкций // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2018. Т. 22. № 5. С. 86–93.

5. Рубцов И.В., Неугодников А.П., Егоров Ф.А., Поспелов В.И. Организация системы мониторинга фасадных конструкций на базе волоконно-оптических датчиков // Технологии строительства, 2004. № 5 (33). С. 12–13.

6. Серегин Н.Г., Гиясов Б.И. Измерительные системы диагностики мониторинга технического состояния уникальных зданий и сооружений // Строительство: наука и образование, 2017. Т. 7. Вып. 3 (24). С. 19–35.

7. Чернов Ю.Т. Вибрации строительных конструкций. М.: Издательство АСВ, 2006. 288 с.

**Столярова В. В., студент,
Кутоманов Д. Е., магистрант**

**Научный руководитель: ст. преп.
Рябчевский И. С.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В РОССИИ

В условиях рыночных отношений и модернизации российской экономики энергосбережение является стратегической задачей национального развития. На сегодняшний день Россия является одной из ведущих энергетических держав мира, полностью удовлетворяющей внутренние энергетические потребности за счет собственных ресурсов. Однако использование в стране первичных и конверсионных видов энергии крайне неэффективно. Это, в свою очередь, сдерживает экономическое развитие страны, поскольку затраты на энергоносители во многом определяют себестоимость производимых товаров и услуг и напрямую влияют на ее конкурентоспособность [1-3].

Одним из основных направлений политики энергосбережения является повышение эффективности использования энергии, а не

увеличение ее производства, что позволяет реализовать положительные экономические, социальные и экологические эффекты [4].

Энергосбережение позволяет обеспечить переход от ситуации, при которой основной задачей энергоснабжающей организации является реализация максимально возможного количества энергоносителей, к ситуации, при которой ее основной целью будет удовлетворение потребителей в услугах. Повышение эффективности использования энергии в этом случае дает возможность удовлетворить дополнительный потребительский спрос без увеличения объемов производства [5]. Такая практика имеет место во многих странах и позволяет повысить эффективность использования энергии и регулировать одну из важных составляющих деятельности энергетических монополий.

Мировой опыт показывает, что страны, добившиеся значительных успехов в области энергосбережения, получили законодательную, правовую и финансовую поддержку со стороны органов власти. Во всех этих странах приняты специальные законы и финансируемые государством программы реализации энергосбережения. Кроме того, во многих странах действуют программы экспериментальной отработки энергосберегающих технологий, финансируемые за счет государственного бюджета, а также программы стимулирования промышленного производства по выпуску инновационных материалов и оборудования, финансируемые коммерческими организациями. Без создания поддерживающей организационной и финансовой системы многие инновационные разработки в области энергетики и ресурсосбережения не получают дальнейшего развития [6].

Экономия энергии способствует положительному экономическому развитию, обеспечивает энергетическую безопасность страны, снижает негативное воздействие на окружающую среду и истощение природных топливно-энергетических ресурсов.

Грамотное распределение энергии в зданиях и сооружениях, требования энергоэффективности в технических характеристиках средств, установление экологических требований к выбросам в атмосферу и ограничению энергопотребления, являются основными обязательными требованиями к применению в разных странах.

Информационные программы играют важную роль в развитии энергосбережения. С этой целью проводятся совещания и семинары, сообщаются новейшие результаты научно-исследовательской и экспериментальной деятельности, демонстрируются новые методы и системы, готовятся учебные материалы по энергосбережению [7].

Значимость финансового стимулирования при реализации программ энергосбережения не подлежит сомнению, и в настоящее

время в России они развиты недостаточно. Этот факт связан как с отсутствием опыта финансирования проектов энергоэффективности, так и с неразвитостью рынка кредитных ресурсов для этих целей, а также с возможностью перекладывания роста затрат на потребителей, перекрестного субсидирования и отсутствия соответствующей конкуренции.

На современном этапе российская экономика характеризуется высокой энергоемкостью. Несмотря на экономический спад в стране, спрос на тепловую энергию несколько снизился, что связано не столько с ростом жилищного фонда, сколько с увеличением потерь теплоэнергетических ресурсов в инженерных сетях, а жилищный фонд из-за его физического истощения приближается к критическому уровню.

Проведенная в прошлом политика искусственного занижения цен на энергоносители и недостаточные требования к теплозащитным свойствам ограждающих конструкций сделали российское жилищное строительство одним из самых энергоемких в мире. Отсутствие средств контроля и регулирования потребления тепла, воды и газа приводит к расточительному использованию населением [8].

Однако потенциал энергосбережения в России огромен, и для достижения этого результата необходима активная совместная работа органов государственной власти, ученых, проектировщиков, специалистов в области теплоснабжения, энергетики, строительной отрасли и специалистов жилищно-коммунального хозяйства. При этом крайне важно повысить эффективность прямого использования энергетических и других ресурсов в строительных комплексах, а также в жилищно-коммунальном хозяйстве, поскольку именно здесь реализуются их реальные перспективы экономики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рябчевский, И. С. Проблемы и перспективы развития жилищно-коммунального хозяйства в Российской Федерации / И. С. Рябчевский // IX Международный молодежный форум "Образование. Наука. Производство", Белгород, 01–10 октября 2017 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. – С. 1600-1603.

2. Рябчевский, И. С. Концепция повышения качества услуг ЖКХ за счет внедрения инновационных технологий / И. С. Рябчевский // Международный студенческий строительный форум - 2018 (К 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова) : Сборник докладов: в 2-х томах, Белгород, 26 ноября 2018 года / Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Том 2. – Белгород:

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2018. – С. 204-208.

3. Сулейманова, Л. А. Основы технической эксплуатации зданий и сооружений / Л. А. Сулейманова, И. С. Рябчевский. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. – 200 с.

4. Girya L.V., Sheina S.G., Fedyaeva P.V. The procedure of substantiation of selection of the energy-efficient design solutions for residential buildings // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. V. 10. № 8. pp. 19263-19276

5. Сулейманова, Л. А. Нормативное и правовое регулирование в жилищно-коммунальном хозяйстве / Л. А. Сулейманова, И. С. Рябчевский. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. – 188 с.

6. Новоселова И.В. Развитие жилищной политики России на основе опыта европейских стран // Научное обозрение. 2016. № 10. С. 224-226.

7. Козлюк, А. Г. Анализ внедрения и применения биллинговой системы в жилищно-коммунальном хозяйстве / А. Г. Козлюк, И. С. Рябчевский // Научные технологии и инновации : Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 29 апреля 2019 года. Том Часть 2. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2019. – С. 34-38.

8. Малышев А. К. К вопросу об оптимизации метода свободного поиска / Ростиславский М. Б. // Всероссийская компьютерная конференция «Поисковые алгоритмы в XXI веке». М.: Прогрессор, 2013. С. 175-186.

**Столярова В. В., студент,
Кутоманов Д. Е., магистрант**

**Научный руководитель: ст. преп.
Рябчевский И. С.**

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

Жилищно-коммунальное хозяйство является наиболее важной сферой в социально-экономической структуре общества. Качество ее

функционирования на основе равноправного существования во всех формах собственности позволяет создать высококачественные экономические отношения между пользователями коммунальных услуг и социально ориентированную рыночную экономику в сетевой среде [1-3].

Жилищно-коммунальный сектор России представляет собой сложный народно-хозяйственный комплекс, включающий около 30 подсекторов и более 70 видов экономической деятельности. Физический износ элементов инфраструктуры составляет около 60–70%. Для каждого города – 70–80%, и продолжает увеличиваться на 2–3% каждый год [4]. Около 30% основных фондов жилищно-коммунального хозяйства полностью вышли из нормативного срока эксплуатации.

Модернизация и развитие жилищно-коммунального хозяйства прошло несколько этапов от экстенсивного к интенсивному и качественному развитию. Текущим направлением развития является повышение качества обслуживания, которое началось с принятия концепции реформы жилищно-коммунального хозяйства с 2001 по 2010 гг. [5]. Сегодня перед секторами жилищного строительства и коммунального обслуживания стоит задача совершенствования технологии предоставления услуг, повышения качества и эффективности обслуживания для получения конкурентного преимущества.

Жилищно-коммунальные службы выполняют важнейшие функции жизнеобеспечения граждан. Важность этой отрасли в национальной экономике огромна. Только отрасли, которые работают эффективно и динамично развиваются, могут успешно решать важнейшие функции для населения страны. В данном случае отсталость жилищно-коммунальной инфраструктуры препятствует реализации социальных проектов в сфере жилищного строительства.

В современных условиях действительно ориентированные на интересы людей реформы жилищно-коммунального хозяйства и государственной службы имеют смысл. Реальным результатом проводимых реформ является то, что уровень оплаты жилищно-коммунальных услуг необоснованно вырос в значительной степени, в то время как качество ухудшалось [6]. Из-за сохранения ранее существовавшей устаревшей системы оплаты коммунальных услуг, основанной на условно сформулированных потребительских стандартах, потребители несут бремя оплаты расходов на жилье и коммунальные услуги, потери энергоресурсов на магистралях и сетях, что усугубляет ситуацию и требует технического обслуживания.

Рыночные принципы и правила, подходящие для секторов экономики, ориентированных на получение прибыли, трудно принять в социально значимых отраслях, таких как жилищно-коммунальное хозяйство и коммунальные услуги, что привело к формированию вышеуказанного процесса. Главная цель промышленной эффективности и соответствующие стандарты должны быть напрямую связаны с основной целью отрасли и постоянно обеспечивать необходимые условия для благополучной жизни людей, то есть основываться на необходимости решения этой проблемы.

Особенность жилищного сектора заключается в том, что конкурентные отношения в этой сфере развиты слабо, и в большинстве случаев это вызвано субъективными причинами, сформировавшимися в до рыночный период из-за дорогостоящей экономической структуры и административной системы, поддерживающей жилищный фонд.

В современных условиях в системе финансового механизма российского жилищно-коммунального хозяйства очень важен каждый элемент. Правовая и нормативно-правовая поддержка являются наиболее важными и проблемными элементами, поскольку они играют определенную роль во взаимоотношениях между различными финансовыми, промышленными и коммунальными организациями и гражданами [7].

Различные формы юридической поддержки и тарифная политика являются социально-экономическими аспектами этих отношений. Рекомендуется организовать эти отношения и заинтересованные стороны в неформальном потребительском отношении к предоставлению и формированию государственных услуг.

В Российской Федерации создание товариществ собственников жилья является одной из важнейших задач, и решение этой проблемы может укрепить права социальной собственности. В современных условиях нет четкого ответа на вопрос о том, нужно ли создавать ассоциацию собственников. До сих пор стороны, которые вели обсуждение этого вопроса, приводили различные аргументы за и против. Необходимо совершенствовать законодательство и учитывать все аспекты факторов в целом.

Тарифная политика является важнейшим элементом экономического механизма жилищно-коммунального хозяйства и сферы коммунальных услуг. Очевидно, что тарифы на коммунальные услуги должны быть прозрачными и отражать фактические затраты на содержание и ремонт жилищного фонда.

Существующая система определения тарифов на жилищно-коммунальные услуги на основе производственных затрат вынуждает

руководителей предприятий жилищно-коммунального хозяйства увеличивать производственные затраты, что не способствует ресурсосбережению. Независимо от фактического количества предоставленных коммунальных услуг и выполненных работ, перечисление всех платежей рассматривается как обязательное условие взаимоотношений между жилищным сектором и сектором общественных услуг.

Сейчас происходит то, что средства бюджетных трансфертов намного меньше средств, необходимых предприятиям жилищно-коммунального хозяйства, что приводит к возникновению задолженности предприятий жилищно-коммунального хозяйства. В то же время услуги и рабочие места предоставляются не в полном объеме из-за долгов, и все средства идут на выплату заработной платы.

Таким образом, создание товариществ собственников жилья и совершенствование тарифной политики являются важнейшими задачами для развития жилищно-коммунального хозяйства в Российской Федерации. Решение этих проблем позволит повысить качество жизни граждан, обеспечить эффективное управление многоквартирными домами и снизить нагрузку на бюджет.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рябчевский, И. С. Проблемы и перспективы развития жилищно-коммунального хозяйства в Российской Федерации / И. С. Рябчевский // IX Международный молодежный форум "Образование. Наука. Производство", Белгород, 01–10 октября 2017 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. – С. 1600-1603.

2. Рябчевский, И. С. Концепция повышения качества услуг ЖКХ за счет внедрения инновационных технологий / И. С. Рябчевский // Международный студенческий строительный форум - 2018 (К 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова) : Сборник докладов: в 2-х томах, Белгород, 26 ноября 2018 года / Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Том 2. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2018. – С. 204-208.

3. Сулейманова, Л. А. Основы технической эксплуатации зданий и сооружений / Л. А. Сулейманова, И. С. Рябчевский. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. – 200 с.

4. Коломейцев А.В. Сертификация - эффективный инструмент управления в современных условиях реформирования и модернизации ЖКХ // Основные проблемы и механизмы реализации подпрограммы

«Модернизация объектов коммунальной инфраструктуры»: материалы научно-практической конференции. - Ярославль, 2008.

5. Иванова, Ю. В. Государственно-частное партнерство в ЖКХ. Роль государственно-частного партнерства в развитии жилищно-коммунального комплекса мегаполиса / Ю. В. Иванова // Российское предпринимательство. – 2008. – № 11-2. – С. 138-142.

6. Козлюк, А. Г. Анализ внедрения и применения биллинговой системы в жилищно-коммунальном хозяйстве / А. Г. Козлюк, И. С. Рябчевский // Научные технологии и инновации: Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 29 апреля 2019 года. Том Часть 2. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2019. – С. 34-38.

7. Сулейманова, Л. А. Нормативное и правовое регулирование в жилищно-коммунальном хозяйстве / Л. А. Сулейманова, И. С. Рябчевский. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. – 188 с.

**Токарев С.Е., магистрант,
Шенцев А.М., студент**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, проф.
Сулейманова Л.А.**

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМИ СИСТЕМАМИ И ОБОРУДОВАНИЕМ ЗДАНИЯ

Автоматизация инженерных систем зданий – это программно-аппаратный комплекс, дающий возможность без участия человека управлять инженерными системами здания и обеспечить защиту инженерного оборудования.

Автоматизация инженерных систем жизнеобеспечения (освещения, газоснабжения, теплоснабжения, водоснабжения) дает возможность существенно снизить затраты на эксплуатацию здания за счет слаженного управления процессами (рис. 1), а также повысить безопасность, предотвращая аварийные ситуации и избегая воздействия «человеческого» фактора.

Рассмотрим автоматизацию управления инженерным оборудованием на примере системы теплоснабжения жилого многоквартирного дома.

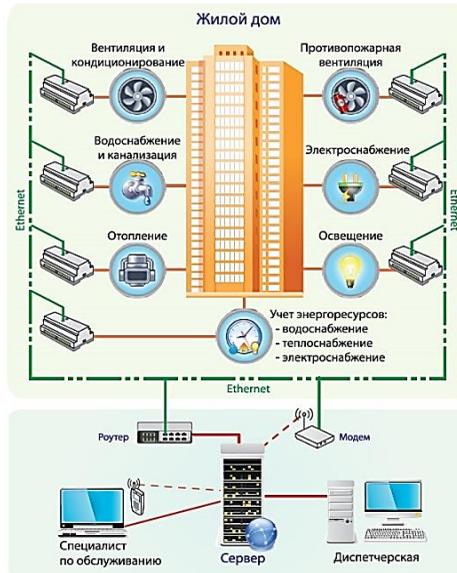


Рис. 1. Схема подключения автоматизированной системы управления инженерным оборудованием многоквартирного дома

Теплоснабжение может быть централизованным и децентрализованным. Рассмотрим централизованную систему, которая подразумевает собой обеспечение теплом потребителей от общей системы, включающая в себя один или несколько источников теплоснабжения, единую тепловую сеть, индивидуальные тепловые пункты (ИТП) и местные системы потребления тепла. Источники подачи теплоносителя в данном случае будут теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), местные отопительные котельные, производственно-отопительные котельные всевозможных предприятий. В качестве теплоносителя, обычно используется вода. В некоторых случаях допускается применять пар для предприятий в качестве единого теплоносителя для различных технических процессов, отопления, вентиляции и горячего водоснабжения (ГВС), если это экономически выгодно. В зависимости от температуры теплоносителя, системы бывают низкотемпературными, в этом случае температура воды 95°C и высокотемпературными, когда температура воды достигает 150°C .

Температура воды для всех систем ГВС должна выбираться, опираясь на СП 30.13330.2012 [1]. Децентрализованное теплоснабжение обозначает то, что обеспечение теплотой берется от местных источников, расположенных непосредственно вблизи объекта, когда внешние тепловые сети отсутствуют. К таким источникам относятся встроенные и крышные котельные, различные котлы и водонагреватели: аппарат газовых водонагревательный (АГВ), котлы чугунные модернизированные (КЧМ), солнечные, в том числе геотермальные и орбитальные системы, электроотопление, а также системы тепловых насосов. В настоящее время активно развивается децентрализованная когенерация тепла и электроэнергии на базе мини-ТЭЦ, а также тригенерация тепла, холода и электроэнергии. Водяные системы централизованного теплоснабжения по способу подключения систем горячего водоснабжения бывают двух типов: закрытые и открытые.

При автоматизации центрального теплового пункта (ЦТП), индивидуального теплового пункта (ИТП) средства автоматизации и контроля должны обеспечивать работу тепловых пунктов без вмешательства человека. Автоматизированная работа индивидуальных тепловых пунктов зданий должна обеспечивать:

- регулирование подачи тепла в системы отопления здания в зависимости от изменения температуры наружного воздуха для комфортабельного нахождения людей в здании;
- поддержку необходимого давления воды в подающем и обратном трубопроводе тепловых сетей на входе в ИТП при превышении фактического перепада давлений над требуемым;
- поддержка необходимой температуры воды, поступающей в систему ГВС здания;
- минимальное давление в обратном трубопроводе системы отопления при возможном его снижении;
- включение и выключение устройств для поддержания постоянного давления в системах теплопотребления при их независимом присоединении;
- защиту системы потребления теплоты от повышения температуры или давления воды в трубах этих систем при возможном превышении допустимых параметров;
- поддержку заданного давления воды в системе ГВС;
- блокировку включения запасного насоса при отключении основного, защиту системы отопления от опорожнения, прекращение подачи воды;
- выключение и включение дренажных насосов в подземных ИТП по заданным уровням воды в дренажном приемнике.

Для учета расхода тепловых потоков и расхода воды потребителями должны предусматриваться приборы учета тепловой энергии в соответствии с РД 34.09.102 [2]. При независимом присоединении систем отопления к тепловым сетям следует предусматривать водомер на трубопроводе для подпитки систем. Применение ртутных дифманометров не допускается. В случаях, когда приборы учета расхода теплоты оборудуются самопишущими или показывающими термометрами, расходомерами и манометрами предусматривать дублирующие измерительные приборы не следует. На щитке управления необходимо установить световую сигнализацию, которая будет сообщать о включении резервных насосов. Следует предусмотреть сигнализацию, сообщающую о показаниях следующих предельных параметров: температуры воды, поступающей в систему ГВС (минимальная и максимальная); давления в обратных трубопроводах систем отопления здания (минимальные и максимальные); уровней воды в водосборных приемках. Требования к автоматической системе регулирования (АСР) температуры в системе отопления:

- длительность переходного процесса две минуты;
- максимально допустимое постоянное отклонение температуры у абонента от заданного значения $t = 2^{\circ}\text{C}$,
- перерегулирование (максимальное мгновенное отклонение температуры от заданного значения): $t = 5^{\circ}\text{C}$ – для системы отопления и в системе ГВС, $t = 10^{\circ}\text{C}$ – при изменении нагрузки на 50% от максимальной;
- возможное колебание не должно ограничиваться, когда нагрузка процесса ниже 10% от максимальной производительности.
- автоколебания не допускаются, когда нагрузка превышает 30% [3].

Состав аппаратуры АСУ ИТП включает в себя следующие основные компоненты (рис. 2):

- контроллер (или аналоговый регулятор),
- регуляторы температуры прямого действия,
- датчики температуры и устройства сопряжения,
- регулирующие клапаны с приводами,
- регуляторы перепада давления,
- регуляторы давления,
- ограничители температуры.

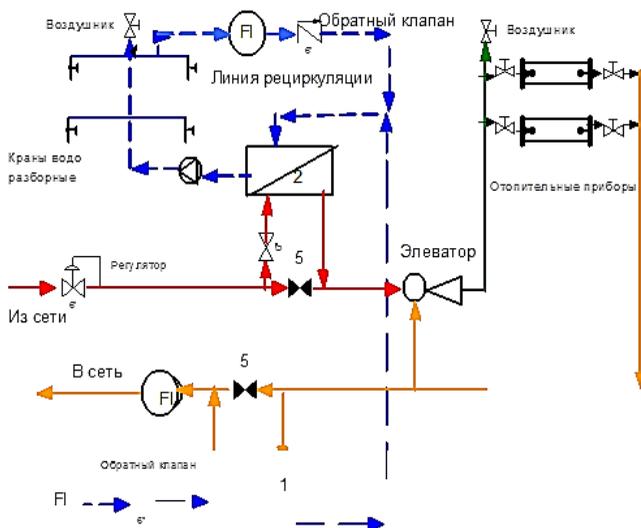


Рис. 2. Схема аппаратуры автоматизированной системы управления индивидуального теплового пункта

Контроллеры системы отопления должны быть оборудованы часовым механизмом с программой на 24 часа и на 168 часов. При этом суточная программа должна иметь почасовой шаг приращения. Контроллер должен обеспечить возможность суточного или недельного понижения температуры воды в определенный промежуток времени. Так же контроллер системы отопления должен изменять параметры программирования и установки при помощи встроенной панели, внешней панели или удаленного компьютера через стандартный интерфейс (соответствующее ПО и соединительные кабели должны прилагаться). Температурный график воды в подающем трубопроводе системы отопления должен быть реализован в контроллере как функция температуры наружного воздуха. График должен иметь возможность задания значений как минимум в двух точках, предпочтительно в трех точках, и предусматривать работу по ломаному графику. Уровень и наклон кривой графика должны также регулироваться.

Контроллер системы отопления должен уметь ограничить температуру в прямом обратном трубопроводе сети, опираясь на результаты измерений от температурного датчика и использовать перепрограммируемый алгоритм. Контроллер системы отопления должен обеспечивать включение циркуляционного насоса на один час каждую неделю в летний период работы. Контроллер системы горячего водоснабжения должен налаживать настройку параметров алгоритма

регулирования. Система регулирования индивидуального теплового пункта выполняет следующие функции:

- обеспечивает постоянные комфортабельные условия внутри самого здания, снижая затраты на электричество;
- обеспечивает необходимую температуру в подающем и обратном трубопроводе горячего водоснабжения по заданному параметру;
- поддерживает температуру в подающем и обратном трубопроводе системы отопления в соответствии с температурным графиком, устанавливая зависимость по графику температуры внутреннего и наружного воздуха;
- не допускает превышение необходимой температуры в обратном трубопроводе;
- поддерживает заданные параметры давления в первичном и вторичном контурах эксплуатируемого здания.

Конфигурация системы регулирования ИТП изменяется в зависимости от тепло-гидравлической схемы ИТП. При проектировании предварительно выбирают, руководствуясь сводом правил СП 124.13330.2012 [4], способ присоединения отопительно-вентиляционных установок и установок ГВС потребителей к тепловой сети, а также способ регулирования отпуска теплоты. По способу присоединения системы отопления абонентов различают зависимое и независимое присоединение к тепловым сетям. При наиболее распространенных двухтрубных тепловых сетях системы отопления и вентиляции абонентов рекомендуется присоединять к сетям непосредственно по зависимой схеме. По независимой схеме с установкой в тепловых пунктах водонагревателей рекомендуется подключать 12-ти и выше 35 м этажные здания, а также других потребителей, если такое подключение обусловлено гидравлическим режимом работы тепловых сетей. Системы горячего водоснабжения абонентов присоединяются к двухтрубным водяным тепловым сетям в открытых системах к подающему и обратному трубопроводу, в закрытых сетях присоединяются через водяные нагреватели.

Исходя из вышесказанного, стоит отметить, что система автоматизации инженерного оборудования обеспечивает экономию энергоресурсов, увеличение срока службы оборудования, комфортные условия для проживания граждан.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 30.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий/ Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*/ официальное издание // М.: Минрегион России, 2012. 65 с.

2. РД 34.09.102. Правила учета тепловой энергии и теплоносителя // Изд-во НЦ ЭНАС № 2003, 1995. 45 с.

3. Кудрявцев Н.А., Балакирев Э.А., Аноприенко Д.С. Комплексная диспетчеризация и системы автоматизированного управления инженерным оборудованием // в сборнике докладов VII Международного студенческого строительного форума - 2022. Белгород, 2022. С. 34-39.

4. СП 124.13330.2012 Тепловые сети/ Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003 (с Изм. № 1, 2, 3)/ официальное издание // М.: Минрегион России, 2012. 78 с.

**Токарев С.Е., магистрант,
Шенцев А.М., студент**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, проф.
Сулейманова Л.А.**

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО- ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

Автоматизированная система контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ) представляет собой информационно-измерительную систему, предназначенную для автоматического сбора, обработки, хранения и представления пользователю данных о расходе тех или иных потребляемых энергоресурсов. В настоящее время общепринятой стала аббревиатура АИИС - автоматизированные информационные измерительные системы, включающие как коммерческие системы (АИИС КУЭ), так и технические системы (АИИС ТУЭ).

Автоматизированные информационные измерительные системы предприятий создаются:

- для обеспечения расчетов за энергоресурсы в соответствии с реальным объемом их поставки (потребления);
- минимизации производственных и непроизводственных затрат энергоресурсов;
- для обеспечения безопасности энергоснабжения [1].

Достижение этих целей возможно благодаря решению следующих задач учета и контроля их параметров:

- комплексный автоматизированный коммерческий и технический учет всех энергоресурсов в целом по предприятию и его инфраструктурам;

- контроль энергопотребления по всем энергоносителям, точкам и группам учета в заданных временных интервалах (3 мин, 30 мин, зона, смена, сутки, расчетный период и т. д.) относительно заданных лимитов и режимных и технологических ограничений;

- фиксация отклонений контролируемых величин энергоучета и их оценка с целью облегчения анализа энергопотребления;

- сигнализация отклонений контролируемых величин за пределы допустимого диапазона с целью принятия оперативных решений;

- прогнозирование значений параметров энергоучета с целью планирования энергопотребления;

- автоматическое управление энергопотреблением на основе заданных критериев и включения-отключения приоритетных схем потребителей-регуляторов;

- формирование данных для проведения взаимных финансовых расчетов с поставщиками энергоресурсов и субабонентами.

Технический прогресс в области интегральной технологии позволил перенести часть функций, выполняемых контроллерами, непосредственно на «интеллектуальные» первичные измерительные преобразователи. Для таких преобразователей трехуровневая система АИИС может быть трансформирована в двухуровневую, первичные измерительные преобразователи ПЭВМ. Здесь сбор данных с точек учета ведется через определенную среду связи и поступает непосредственно в ПЭВМ (например, все «интеллектуальные» электросчетчики подключаются к ПЭВМ по интерфейсу RS-485 с использованием одной четырехпроводной линии связи) [2].

Однако такой способ организации АИИС связан с большими финансовыми затратами на приобретение дорогих «интеллектуальных» первичных измерительных преобразователей.

Современные АИИС в большинстве случаев строятся по трехуровневому принципу, при котором:

- объектами первого (нижнего) уровня являются первичные измерительные преобразователи, формирующие первичную измерительную информацию в виде тех или иных электрических сигналов;

- объектами второго уровня являются контроллеры (устройства сбора и передачи данных), осуществляющие прием данных от первичных измерительных преобразователей, их первичную обработку, временное хранение и передачу на верхний уровень;

– объектами верхнего уровня является центральное вычислительное устройство (ПЭВМ) со специализированным программным обеспечением, сервер базы данных АИИС, хранящий результаты измерений, а также автоматизированные рабочие места пользователей АИИС, объединенные с сервером локальной вычислительной сетью [3].

В частном случае построения АИИС для учета электрической энергии в качестве первичных измерительных преобразователей выступает традиционный измерительный комплекс учета, состоящий из измерительных преобразователей тока и напряжения и электросчетчика, имеющего импульсный (телеметрический) или цифровой выход.

Обмен данными между уровнями АИИС производится по каналам связи, в качестве которых могут использоваться:

- выделенные физические линии;
- коммутируемые каналы АТС (автоматизированной телефонной станции);
- линии GSM-связи;
- высокочастотные каналы связи по линиям электропередач;
- оптоволоконные каналы связи. В понятие канала связи входят не только линии связи, но и обслуживающее их оборудование (модемы, радиомодемы, аппаратура частотного уплотнения, преобразователи интерфейсов и т.д.) [4].

Развитие телекоммуникаций и глобальной сети Интернет сделало возможным объединение отдельных локальных АИИС в интегрированные системы регионального и даже общегосударственного уровня. В качестве первых могут служить АИИС региональных энергосистем, создаваемые на базе АИИС отдельных сетевых предприятий и энергетических объектов, а в качестве второй – создаваемая в настоящее время интегрированная АИИС оптового рынка электрической энергии и мощности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Куликов В.М. Методы учета и анализа потребления энергоносителей // Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 138 с.
2. Кудрявцев Н.А., Балакирев Э.А., Аноприенко Д.С. Комплексная диспетчеризация и системы автоматизированного управления инженерным оборудованием // в сборнике докладов VII Международного студенческого строительного форума - 2022. Белгород, 2022. С. 34-39.

3. Носова Н.Н., Шкарлет А.А., Рафаелян А.В. Совершенствование систем энергоснабжения и энергосбережения многоквартирных домов на примере белгородской области // в сборнике докладов VII Международного студенческого строительного форума – 2022. Белгород, 2022. С. 54-57.

4. Сулейманова Л.А., Сапожников П.В., Кривчиков А.Н. Цифровизация строительной отрасли как IT-структурирование пирамиды управления процессами // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2022. № 4. С. 12-24.

Чернявский И.А., магистрант

**Научный руководитель: д-р техн. наук, проф.
Шенна С.Г.**

*Донской государственный технический
университет, г. Ростов-на-Дону, Россия*

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПРИ ЗАТОПЛЕНИИ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ЗДАНИЙ

Техническое состояние здания и его изменение, являясь важнейшим показателем на этапе эксплуатации, отражает работоспособность объекта в целом, конструктивных элементов, инженерных систем.

На техническое состояние влияет множество факторов, включая естественное старение конструктивных элементов, изменение их физических свойств, неправильная эксплуатация объекта, природные и антропогенные воздействия, допущенные ошибки в проекте [1, 2].

Одной из наиболее серьезных ситуаций, негативно влияющих на техническое состояние здания, является затопление его подземных частей. Помимо эксплуатации помещений в подземной части, под влиянием воды происходит коррозия металлических элементов конструкций, отсыревание и деструктуризация материалов. Цокольные помещения, обладая недостаточной вентиляцией при высокой влажности, в том числе вызываемым периодическим затоплением, чаще всего подвержены поражению грибковой плесенью.

В случае затопления цокольного этажа грунтовыми водами существует большая вероятность появления солевых разводов (водорастворимые гидрокарбонаты, сульфаты и хлориды). Обладая высокой гигроскопичностью, соли при взаимодействии с водой создают кристаллогидраты, способствующие увлажнению стен. При повторном

затоплении грунтовыми водами, вновь появившиеся соли, объединяясь с кристаллогидратами, создают рыхлые структуры, приводящие к отслаиванию покрытий [3].

Затопление цокольных этажей происходит по следующим причинам:

- попадание атмосферных вод через отмоктку, оконные приямки, конструктивные дефекты здания в результате нерегулируемого стока по прилегающей территории;

- фильтрация воды через канализационные системы в результате конструкционных ошибок, нарушения герметичности элементов;

- подъем уровня грунтовых вод в результате нарушения природного баланса;

- локальный подъем уровня грунтовых вод из-за потерь в водонесущих коммуникациях;

- поступление воды из внутренних сетей водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения.

- комплекс вышеперечисленных причин [4].

В случае, если затопление происходит при просачивании воды через отмоктку, либо же происходит подъем уровня грунтовых вод, применяется радиолокационное обследование толщи грунтов радиотехническим прибором подповерхностного зондирования (георадаром). Данный геофизический метод основывается на генерировании импульсов электромагнитных волн с последующей регистрацией отраженных сигналов от подземных объектов. С его помощью осуществляется поиск участков замачивания и разуплотнения грунта, а также инородных включений в толще. Георадар состоит из головного устройства, фиксирующего информацию, а также антенного блока, генерирующего волны и принимающего сигналы.

Если в ходе визуального обследования и георадиолокационного обследования участков отмоктки, были обнаружены трещины, рыхлость в асфальтобетонном покрытии, необходимо проведение сравнительного анализа плотности материала путем измерения скорости распространения ультразвуковых волн с использованием ультразвукового тестера материалов. Через участки асфальтного покрытия с низкой плотностью может просачиваться атмосферная вода с последующим попаданием в подземную часть здания.

Если происходит фильтрация воды через канализационную систему, в том числе из-за переполнения канализационных колодцев сточными водами в период выпадения ливневых осадков (при наличии засора), необходимо, прежде всего, провести химический анализ жидкости для подтверждения версии о проникновении сточных вод. Также, для определения причины затопления, в систему водоотведения, а именно в смотровые колодцы, добавляется флуоресцентный краситель

по типу Уранин А. При повторном затоплении при помощи ультрафиолетового фонарика или лазера выявляются точки проникновения окрашенной воды, подтверждая гипотезу о её проникновении из системы водоотведения.

При затоплении цокольной части здания, вследствие локального подъема уровня грунтовых вод из-за потерь в водонесущих коммуникациях, применяются корреляционный и акустический течеискатели. Корреляционный течеискатель состоит из двух датчиков с приемниками, а также головного устройства. Датчики устанавливаются в двух разных люках одного участка водопровода, после этого сигналы с датчиков передаются на головное устройство, который транслирует корреляционную схему и расстояние между утечкой и приемником. На труднодоступных участках используется акустический течеискатель. Акустический метод заключается в фиксации звуковых волн, образующихся при утечках через сквозное повреждение трубопровода. Прибор включает головное устройство, принимающее сигнал, чувствительный микрофон, улавливающий акустические волны, излучаемые струей жидкости и распространяемые в грунте, а также наушники [5].

Для оценки возможных утечек внутренних сетей водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения проводится измерение расхода воды, потребляемой зданием при помощи ультразвукового расходомера.

Установить места повышенной грунтового массива из-за проникновения дождевой воды и канализационных стоков возможно при помощи тепловизионного обследования территории снаружи здания, а также потенциальных участков проникновения воды изнутри цокольного этажа [6]. Обследование с использованием тепловизора позволит зафиксировать температурный контраст при увлажнении и, тем самым, выявить места с увлажненным грунтом и участки проникновения воды внутрь здания.

Таким образом, в ходе технического обследования для каждой из причин затопления цокольной части зданий необходимы индивидуальные подходы. Важным при выявлении причин затопления является аппаратное обеспечение процесса. В процессе обследования причин затопления необходимым является правильное интерпретирование полученной информации при использовании специализированных приборов и оборудования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зильберова И.Ю., Петров К.С., Дорófеева В.В., Карпов М.А. Методы контроля технического состояния зданий и сооружений // Инновации в науке: Пути развития: Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции, 2019. Чебоксары. С.21-24.

2. Чубарова К.В., Тальников Д.М. Перспективы использования BIM при капитальном ремонте и реконструкции зданий // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: Материалы IV Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург. 2021. С. 419-425.

3. Шеина С.Г., Гирия Л.В., Литвичук А.С. Использование BIM - технологий при технической эксплуатации зданий // Актуальные проблемы городского строительства: Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции, Пенза. 2020. С.52-56.

4. Гирия Л.В., Хоренков С.В. Проблемы консервации и технического обследования объектов капитального строительства в современных условиях // Инженерный вестник Дона. 2013. №3 (25). С.81-86.

5. Гридневский А.В. Комплексная оценка геологических опасностей территорий Ростовской области // Инженерный вестник Дона. 2013. №3 (26). С. 167-173.

6. Новоселова И.В., Аль-Фатла А.Н.М., Дахнова Т.В. Организационно-технологические положения строительно-технических исследований по определению качества строительных конструкций // Инженерный вестник Дона. 2022. №10 (94). С. 345-351.

Чесноков И.А., магистрант

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.

Погорелова И.А.

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРМОМОДЕРНИЗАЦИИ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

Внедрение мероприятий по энергосбережению в жилых зданиях приносит выгоду не только в экономическом плане, но также влияет на социальные и экологические аспекты. Это становится особенно важным, учитывая изменение уровня и образа жизни населения в современном мире.

Уменьшение расхода топливно-энергетических ресурсов можно добиться только с помощью комплексного подхода к энергосбережению. Этот подход включает в себя усовершенствование архитектурных и конструктивных решений, а также инженерного оборудования зданий, учитывая региональные особенности климата, технико-экономические, социальные и экологические факторы. Одним

из ключевых этапов энергосбережения является улучшение теплоизоляции наружных стен существующих жилых зданий [1-5].

При дополнительном утеплении однородная конструкция стены превращается в многослойную, что повышает требования к качеству проектирования и производству работ, поскольку разнородность и значительное количество применяемых материалов усугубляет возможность ошибок, приводящих к снижению теплозащитных свойств и эксплуатационной надежности утепляемых конструкций.

Несмотря на энергосберегающую политику в строительстве, производство тепловой энергии, идущей на эксплуатацию зданий, постоянно увеличивается. Можно предположить, что увеличение потребности жилищного фонда в тепловой энергии связано с его ростом. Однако при средних по стране энергозатратах на отопление зданий $418 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в год и ежегодном вводе нового жилья около 35 млн. м^2 , построенного в соответствии с действующими нормами по теплозащите, экономия тепловой энергии от энергосберегающих мероприятий в новом строительстве составила всего лишь около 5 % в год [6]. Это означает, что увеличение потребности жилищного фонда в тепловой энергии связано с износом зданий и ухудшением их теплоизоляционных свойств. Поэтому существенное сокращение затрат на топливно-энергетические ресурсы, необходимые для отопления зданий, можно достичь только через широкомасштабную реализацию мероприятий по улучшению теплоизоляции для зданий, являющихся основой жилищного фонда страны.

С целью оценки зданий, включенных в основной жилищный фонд, с точки зрения выбора энергосберегающих мероприятий, порядка их проведения, объемов, экономической выгоды и источников финансирования, был проведен анализ состояния жилищного фонда Центрально-Черноземного региона (ЦЧР). Максимальная экономия топливно-энергетических ресурсов достигается только при использовании комплексного подхода к энергосбережению, включая усовершенствование инженерного оборудования, архитектурно-планировочных и конструктивных решений зданий, с учетом климатических, технико-экономических, социальных и экологических особенностей ЦЧР. Однако наиболее ответственным этапом в процессе энергосбережения является дополнительное утепление наружных стен зданий [7-9].

Несмотря на недостатки работ по улучшению теплоизоляционных характеристик наружных стен существующих жилых зданий, в России последние десятилетия активно разрабатываются мероприятия по повышению уровня теплоизоляции. За этот период был накоплен опыт утепления наружных стен существующих жилых зданий, который

показал, что размещение теплоизоляционного материала внутри стены сокращает уже ограниченную площадь помещений. Кроме того, проведение работ без необходимости выселения жильцов может вызвать конфликты между ними и строителями.

Наружное утепление стен с защитой теплоизоляционного материала штукатурными составами является наиболее дешевым способом теплозащиты по сравнению с устройством вентилируемых фасадов, однако технология нанесения штукатурных составов имеет ряд ограничений по температуре и влажности наружного воздуха, что делает данный способ утепления сезонным. Еще одним недостатком штукатурки по утеплителю является небольшой срок службы системы, вызванный быстрым появлением и развитием трещин защитно-декоративного слоя [9-10].

С учетом климатических, материально-технических и организационно-технологических условий наиболее эффективной для дополнительного утепления наружных существующих жилых зданий Центрально-Черноземном регионе может быть система с устройством вентилируемых фасадов, эксплуатационная надежность которой может быть обеспечена при учете особенностей и состояния утепляемых наружных стен, обоснованном выборе конструктивных и технологических решений элементов этой системы, а также при учете изменений во времени свойств используемых материалов.

Среди технико-экономических показателей можно выделить: капиталовложения в энергосберегающие мероприятия; суммарные затраты на эксплуатацию здания в течение расчетного периода; экономию приведенных затрат, полученную в результате термомодернизации за расчетный период; срок окупаемости; удельную тепловую характеристику здания; удельный расход тепловой энергии, идущей на отопление здания в холодный и переходный периоды года [11-12].

Основными организационно-технологическими показателями являются удельные затраты труда рабочих на 1 м² общей площади здания при проведении энергосберегающих мероприятий и срок проведения энергосберегающих мероприятий [12-14].

Проведен сравнительный анализ [1] стоимости мероприятий по термомодернизации жилого здания с помощью штукатурных составов и вентилируемого фасада на примере домов серии 1-447 (по адресу: г. Белгород, б-р. Свято-Троицкий, д. 5), а также климатические условия г. Белгорода. Наружные стены здания серии 1-447 выполнены в виде кладки из керамического кирпича пустотелого двойного (семищелевого) размерами 250×120×138 мм толщиной 0,38 м с коэффициентом теплопроводности 0,57 Вт/(м²·С).

Определяем термическое сопротивление кирпичной стены:

$$R_0 = R_{\text{вн}} + R_{\text{нар}} + \sum R_i = \frac{1}{23} + \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,57} = 0,8 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}, \quad (1)$$

где $R_{\text{вн}}$ - сопротивление теплообмену на внутренней поверхности стены, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$, $R_{\text{нар}}$ - сопротивление теплообмену на наружной поверхности стены, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$, $\sum R_i$ - сумма термических сопротивлений всех слоев ограждения, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$.

$$R_{\text{вн}} = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}}, \quad (2)$$

где $\alpha_{\text{вн}}$ - коэффициент теплопередачи внутренней поверхности стены, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$.

$$R_{\text{нар}} = \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}}, \quad (3)$$

где $\alpha_{\text{нар}}$ - коэффициент теплопередачи внешней поверхности стены, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$.

Градусо-сутки отопительного периода по СНиП 23-02-2003 определяются как:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot z_{\text{от}} = (20 + 1,9) \cdot 187 = 4095 \text{ °C} \cdot \text{сут}. \quad (4)$$

Нормативное значение приведенного сопротивления теплопередаче следует принимать не менее нормируемых значений, определяемых по СНиП 23-02-2003 в зависимости от градусо-суток района строительства:

$$R_{\text{треб}} = a \cdot \text{ГСОП} + b = 0,00035 \cdot 4095 + 1,4 = 2,83 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}, \quad (5)$$

где ГСОП – градусо-сутки отопительного периода в Белгороде;

a и b – коэффициенты, принимаемые по СНиП 23-02-2003.

Теплотехнический расчет показывает, что термическое сопротивление стены $R_0 = 0,8 \text{ (м}^2 \text{ °C)/Вт}$, что гораздо ниже требуемого ($R_{\text{треб}} = 2,83 \text{ (м}^2 \text{ °C)/Вт}$). В связи с выявленным несоответствием необходимо дополнительно утеплить наружные стены рассматриваемого объекта жилищного строительства.

Определим минимально допустимое (требуемое) термическое сопротивление теплоизоляционного материала:

$$R_{\text{терм}} = R_{\text{треб}} - R_0 = 2,83 - 0,8 = 2,03 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}. \quad (6)$$

На примере утеплителя «Технониколь» для стен размерами 100x600x1200 мм, имеющего значение коэффициента теплопроводности

$\lambda = 0,037 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$ определим толщину утеплителя, которая обеспечит требуемое термическое сопротивление стены:

$$\delta_{\text{ут}}^{\text{треб}} = \lambda_{\text{ут}} \cdot R_{\text{терм}} = 0,037 \cdot 2,03 = 0,075 \text{ м} = 75 \text{ мм} . \quad (7)$$

Большинство утеплителей выпускается в виде плит с толщиной 50 и 100 мм. Определим термическое сопротивление стены из условия, что толщина утеплителя будет равна 100 мм (толщина, максимально близкая к рассчитанной):

$$R_0^{\text{ут}} = R_{\text{вн}} + R_{\text{нар}} + \sum R_i^{\text{ут}} = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + \frac{0,38}{0,57} + \frac{0,1}{0,037} = 3,53 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}} . \quad (8)$$

Из полученного результата видно, что $R_0 = 3,53 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{С)/Вт} > R_{\text{треб}} = 2,83 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{С)/Вт}$, что превышает минимально допустимые нормы и обеспечивает комфортное проживание людей.

Зная оптимальную толщину утеплителя можно рассчитать ориентировочную стоимость работ по утеплению рассматриваемого объекта, и сравнить стоимость утепления с помощью вентилируемой фасадной системы и с помощью штукатурного слоя (табл. 1, 2).

Таблица 1

**Расчет стоимости материалов и работ по утеплению
с помощью штукатурного слоя**

№ п/п	Наименование работ и материалов	Стоимость работ м ² и материалов на 1 м ² , руб.
1	Утепление стен фасада пенополистиролом или минватой	380
2	Армирование поверхности стен сеткой и клеем с перетиркой стен клеем	400
3	Нанесение декоративной штукатурки «Кароед» и «Шубка»	370
4	Окраска стен по декоративной штукатурке	120
5	Утеплитель Технониколь для стен 100x600x1200 мм	200
6	Ceresit СТ 17. Грунтовка глубокого проникновения	15
7	Ceresit СТ 180. Клей для крепления минераловатных плит	178
8	Ceresit СТ 190. Штукатурно-клеевая смесь	200
9	Ceresit СТ 16. Грунтовка под декоративные штукатурки	69
10	Ceresit СТ 137. Минеральная декоративная штукатурка «камешковая» 1,0/2,5 мм	1008
11	Ceresit СТ 54. Силикатная краска для внутренних и наружных работ (2 слоя)	158
Итого:		3098

Таблица 2

**Расчет стоимости материалов и работ по утеплению
с помощью вентилируемой фасадной системы**

№ п/п	Наименование работ и материалов	Стоимость работ м ² и материалов на 1 м ² , руб.
1	Монтаж подсистемы в 1 плоскость	468
2	Монтаж утеплителя в 2 слоя	468
3	Монтаж пароизоляционной пленки	117
4	Монтаж керамогранита на подсистему	409
5	Утеплитель Технониколь для стен 100x600x1200 мм	200
6	Профиль Т - образный SP-1	253
7	Кронштейн малый KL-150M	64
8	Терморазрыв малый SD-9.2	17
9	Кляммер нержавеющей рядовой SD-8.1	19
10	Заклепка K14 5x12	8
11	Заклепка K6 3x8	6
12	Фасадный анкерный дюбель 10x100	38
13	Керамогранит UF000MR матовый	768
	Итого:	2835

Расход материалов отделки 1 м² фасада с помощью штукатурного слоя представлены в табл. 3.

Таблица 3

Расход материала на утепление с помощью штукатурного слоя

№ п/п	Наименование	Расход на м ²
	<i>Утеплитель и смежные материалы</i>	
1	Минераловатные плиты утеплителя толщиной 100мм.	0,1 м ³
2	Грибовидный забивной дюбель с распорным элементом L 150 мм.	5 шт
3	Сетка стеклотканевая для фасадных работ 4 мм. х 4 мм. 165 г/м2	1,07 м ²
	Штукатурная система CERESIT	
1	Ceresit CT 17. Грунтовка глубокого проникновения	0,15 л
2	Ceresit CT 180. Клей для крепления минераловатных плит	6 кг
3	Ceresit CT 190. Штукатурно-клеевая смесь	6 кг
4	Ceresit CT 16. Грунтовка под декоративные штукатурки	0,3 л
5	Ceresit CT 137. Минеральная декоративная штукатурка «камешковая» 1,0/2,5 мм.	3 кг
6	Ceresit CT 54. Силикатная краска для внутренних и наружных работ (2 слоя)	0,3 л

Вопросу эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений

не уделено должного внимания, хотя любые энергосберегающие технологии, материалы и мероприятия должны не только снижать энергопотребление, но и окупаться [14-17]. В данном исследовании мы провели теплотехнический расчет ограждающих конструкций домов серии 1-447 в городе Белгороде. Этот расчет позволил нам принять решение о необходимости увеличения энергоэффективности зданий. Мы также определили оптимальную толщину дополнительного слоя теплоизоляции на основе параметров отопительного периода и капитальных затрат на утепление фасадов. Наши исследования показали, что система вентилируемых фасадов более эффективна по сравнению с технологией утепления штукатурными материалами. Система вентилируемых фасадов более экономична в монтаже и подходит для последующих ремонтов, чем наружное утепление штукатурным слоем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Свод правил СП 50.13330.2012. – М.: Министерство регионального развития РФ, 2013. – 139 с.

2. Основные направления и механизм энергоресурсосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве Российской Федерации. Техэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: docs.cntd.ru/document/901713629

3. Глаголев Е.С., Сулейманова Л.А., Марушко М.В. Жилищное строительство в России // Строительство: новые технологии - новое оборудование. 2017. № 4. С. 61-67.

4. Глаголев Е.С., Сулейманова Л.А., Марушко М.В. Эффективное воспроизводство жилищного фонда России // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 10. С. 98-104.

5. Кущев, Л.А. Пути снижения энергозатрат в жилищно-коммунальном хозяйстве / Л.А. Кущев, Г.Л. Дронова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2008. – № 2. – С. 24-25. – EDN OMSRVR.

6. Монастырев, П. В. Физико-технические и конструктивно-технологические основы термомодернизации ограждающих конструкций жилых зданий (на примере Центрально-Черноземного региона) : специальность 05.23.01 "Строительные конструкции, здания и сооружения" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Монастырев Павел Владиславович. – Тамбов, 2005. – 345 с. – EDN NNSBSL.

7. Сулейманова Л.А., Ерохина И.А., Сулейманов А.Г. Ресурсосберегающие материалы в строительстве // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 7 (583). С. 113-116.

8. Кочерженко, В. В. Технология строительных процессов: учеб. пособие для студентов строит. специальностей / В. В. Кочерженко, В. М. Лебедев; В.В. Кочерженко, В.М. Лебедев; Федеральное агентство по образованию, Белгородский гос. технологический ун-т им. В.Г. Шухова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005. – EDN QNMHVP.

9. Современные материалы и технологии отделки фасадов при реконструкции и реновации жилого фонда / Л. А. Сулейманова, J. Fang, Н. В. Ширина [и др.] // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2018. – № 11. – С. 21-31. – DOI 10.12737/article_5bf7e3542a4322.47630749. – EDN YPGVIL.

10. Энергоэффективные пористые композиты для зеленого строительства / Л. А. Сулейманова, С. А. Коломацкая, К. Р. Кондрашев, Р. А. Шорстов // Научные технологии и инновации : Юбилейная Международная научно-практическая конференция, посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова (XXI научные чтения), Белгород, 09–10 октября 2014 года. Том 3. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2014. – С. 354-359. – EDN TGVNRX.

11. Сулейманова, Л. А. Теплоизоляционные материалы. Формированные теплоизоляционные материалы с использованием вспученного перлитового песка и отходов его производства / Л. А. Сулейманова, К. М. Ищенко. – Saarbrücken : LAP LAMBERT, 2012. – 148 с. – EDN RPBVAZ.

12. Сулейманова, Л. А. Строительная система из газобетона для реконструкции зданий / Л. А. Сулейманова, М. В. Марушко, А. К. Лукьяненко // Университетская наука. – 2018. – № 1(5). – С. 21-24. – EDN XQIMCL.

13. Сулейманова, Л. А. Совместное моделирование ограждающих конструкций зданий / Л. А. Сулейманова, И. С. Рябчевский, Н. А. Атапина // Университетская наука. – 2021. – № 1(11). – С. 77-79. – EDN MRSYMJ.

14. Чесноков, И. А. Технология пассивного энергосбережения в строительстве / И. А. Чесноков // Образование. Наука. Производство : XIII Международный молодежный форум, Белгород, 08–09 октября 2021 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. – С. 916-919. – EDN HVBUTI.

15. Чижова, Е. Н. Оценка экономической целесообразности реконструкции жилых зданий / Е. Н. Чижова, И. С. Сулейманов, И. А. Чесноков // 65 лет ДонГТИ. Наука и практика. Актуальные вопросы и инновации : Сборник тезисов докладов юбилейной международной научно-технической конференции, Алчевск, 13–14 октября 2022 года.

Том Часть 2. – Алчевск: Донбасский государственный технический институт, 2022. – С. 194-197. – EDN VKSMIW.

16. Чеснокова Е.А., Понявина Н.А., Мартыненко Э.Ю., Мищенко А.В. Анализ мероприятий по повышению энергоэффективности // Строительство и недвижимость. 2018. № 1-1 (2). С. 54-58.

17. Никитин В.Д. Методы повышения тепловой эффективности зданий и их экономическая оценка // Инновационная наука. 2018. Т. 1. № 5. С. 49-51.

Штодлер В.В., магистрант

**Научный руководитель: канд. техн. наук, проф.
Косухин М.М.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРОБЛЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЖИЛИЩНОГО ФОНДА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Жилищная проблема является одной из наиболее актуальных и важных в России. Одной из основных проблем является то, что с течением времени качество и технические характеристики существующего жилищного фонда неизбежно снижаются. Это приводит к износу объектов жилищного фонда и ухудшению условий проживания граждан, а также снижает уровень развития города и страны в целом [1-3]. Недостаточное внимание к ремонту домов приводит к их разрушению. Для сохранения и эффективного использования жилищного фонда необходимо проводить восстановительные мероприятия. Современное решение этой проблемы требует пересмотра и изменения критериев и методов оценки инвестиционно-строительных концепций и программ. Переход к более качественному уровню жилищной сферы предполагает изменение приоритетов жилищной политики в пользу инвестиций в модернизацию и капитальный ремонт существующих жилищных фондов. Решение проблем капитального ремонта жилищного фонда будет способствовать структурным и качественным изменениям в городской жилищной застройке в соответствии с современными социально-экономическими условиями [4, 5].

Капитальный ремонт жилищного фонда является неотъемлемой частью обеспечения эффективной и долгосрочной эксплуатации зданий. При планировании и проведении такого ремонта рекомендуется использовать передовые материалы и технологии. Это поможет не только продлить срок службы конструкций и инженерных систем до

следующего ремонта, но и улучшить их качество. Один из таких критериев – энергосберегающие свойства материалов и конструкций. Например, утепление стен при ремонте фасада здания позволяет сократить затраты на отопление и улучшить условия проживания жителей. Однако Жилищный кодекс РФ не предусматривает мероприятия по энергосбережению. Поэтому важно использовать современные технологии для повышения эффективности использования энергии. Все работы по энергоэффективности при ремонте многоквартирных домов должны проводиться с согласия и за счет собственников жилья. Для определения эффективности вложений необходимо проанализировать стоимость работ и сопоставить ее с экономическим и эстетическим эффектом [6-8].

Для проведения анализа необходимо учитывать работы по ремонту фасадов и внутридомовых инженерных систем теплоснабжения, предусмотренные Жилищным кодексом. Эти работы могут включать утепление стен и установку термостатических регуляторов, что позволяет снизить потребление тепловой энергии и повысить комфортность проживания. Однако, утепление стен в домах старой постройки, особенно после капитального ремонта, может быть нецелесообразным из-за их широких наружных стен и низкой теплопроводности. В таких случаях рекомендуется установка теплоотражающих экранов за отопительными приборами. Установка индивидуальных распределителей тепла и термостатических регуляторов в многоквартирных домах послевоенной постройки может требовать значительных капитальных затрат, которые могут не окупиться в оставшемся сроке службы таких зданий. Отношение удорожания работ к годовой экономии является показателем срока окупаемости. Анализ показывает, что удорожание работ по утеплению фасадов обычно окупается в течение 10 лет или раньше, в зависимости от типа здания. Дополнительные энергосберегающие мероприятия при ремонте систем теплоснабжения могут незначительно увеличить общую стоимость работ, но окупаются в течение двух лет благодаря экономии тепловой энергии [9-12].

Таким образом, оценка удорожания работ по капитальному ремонту позволяет сделать вывод о незначительном увеличении затрат для внедрения энергосберегающих мероприятий и их быстрой окупаемости благодаря экономии энергии. Однако Региональные программы капитального ремонта, рассчитанные на долгосрочный период, уже не уделяют внимание повышению энергетической эффективности. Возможно, доказательство незначительного увеличения платы за капитальный ремонт при одновременном снижении расходов на энергоресурсы в течение двух лет будет стимулом для собственников жилья принять решение в пользу

энергосберегающих мероприятий. Региональные операторы капитального ремонта могли бы проводить работы с использованием энергосберегающих технологий, если бы были внесены соответствующие поправки в Жилищный кодекс. Следовательно, необходимо разработать нормативные акты, регулирующие проведение капитального ремонта с применением энергосберегающих технологий [13-15].

Таким образом, исходя из вышеизложенного, необходимо сделать вывод о том, что в современных условиях для совершенствования ремонтных работ важно развивать нормативно-правовую базу для проведения работ по капитальному ремонту с учетом применения энергосберегающих технологий. Это позволит региональным операторам капитального ремонта собирать средства и осуществлять работы, используя передовые энергосберегающие методы. Такие изменения в Жилищном кодексе могут стать важным стимулом для собственников жилья принимать решение о реализации энергосберегающих мероприятий. Кроме того, разработка и внедрение энергосберегающих технологий в капитальный ремонт поможет сократить расходы на энергоресурсы и улучшить комфортность проживания для жителей. Таким образом, продвижение энергосбережения в сфере капитального ремонта является важным направлением развития и требует дальнейших усилий в нормативном и практическом плане.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Косухин М.М., Косухин А.М., Шарапов О.Н., Богачева М.А. Вопросы энергосбережения в условиях устойчивого функционирования, модернизации и развития жилищного фонда Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №10. С.51-61.
2. Косухин М.М., Скороходов К.Р., Косухин А.М., Богачева М.А. Роль состояния жилищно-коммунального комплекса в обеспечении устойчивого развития муниципальных образований Белгородской области. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №11. С. 212-218.
3. Косухин М.М. От истории создания до современного состояния и перспектив развития жилищно-коммунального хозяйства России. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №12. С. 48-54.
4. M.M. Kosukhin, A M. Kosukhin The Energy-Efficient Facade Systems for Civic Buildings. International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern technologies «Far East Con» IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 463 (2018) 042036
5. Косухин М.М., Косухин А.М. К вопросу о роли процессов теплопередачи в повышении эффективности тепловой защиты

фасадной изоляции гражданских зданий. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2017. №12. С.21-26.

6. Косухин М.М., Косухин А.М., Шарапов О.Н., Богачева М.А. Шарапова Ю.А. Пути повышения энергоэффективности жилого фонда Белгородской области при проведении капитального ремонта // Научное приложение к сборнику трудов Международной научно-практической конференции. Белгород, 2016. Ч.9. С. 55-62.

7. Селютина Л. Г., Волков А. С., Казиева А. К., Ракова В. А., Чаленко А. В., Шереметьев А. В. Участие государства в решении жилищной проблемы граждан в современных условиях // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12–4. – С. 823–827.

8. Косухин М.М., Ануфриева А.А., Олизаренко В.Г., Косухин А.М. Решение задач технической эксплуатации жилой недвижимости путем планирования ремонтно-строительных работ // В сборнике: Наука и инновации в строительстве. Сборник докладов V Международной научно-практической конференции. В 2-х томах. Белгород, 2021. С. 72-81.

9. Песоцкая Е. В., Селютина Л. Г. Управление жилищным строительством и реконструкцией жилой застройки. – СПб.: Изд-во «ВВМ», 2006. – 272 с.

10. Авдеева С. Ю. Проблема воспроизводства жилищного фонда в России // Kant: Экономика и управление. – 2015. – № 1 (4). С. 59–60.

11. Селютина Л. Г. Проблемы оптимизации структуры жилищного строительства в крупном городе в современных условиях. – СПб.: СПбГИЭУ, 2002. – 234 с.

12. Селютина Л. Г. Организация строительного производства. Учебник. – СПб.: Изд-во СПбГИЭУ, 2012. – 534 с.

13. Широков А. С. Повышение доступности жилья и качества жилищного обеспечения населения России // Молодой ученый. – 2015. – № 12. – С. 529–531.

14. Косухин М.М., Ханьжин П.И., Косухин А.М. Обеспечение энергоэффективности в строительстве // В сборнике: Наука и инновации в строительстве. Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции. Белгород, 2020. С. 328-334.

15. Косухин М.М., Косухин А.М., Соколовская Д.М. Энергосберегающие технологии и способы энергосбережения в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве // В сборнике: Наука и инновации в строительстве. (к 45-летию кафедры строительства и городского хозяйства): сборник докладов международной научно-практической конференции: в 2 т. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2017. С. 237-247.

Штодлер В.В., магистрант

**Научный руководитель: канд. техн. наук, проф.
Косухин М.М.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОСОБЕННОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЖИЛИЩНОГО ФОНДА В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ

Основные направления отечественной реконструкции жилищного фонда во многом опираются на использование современных методов реконструктивных преобразований за рубежом. Важно изучать и адаптировать зарубежный опыт к современной российской ситуации, так как это позволяет использовать проверенные временем и практикой механизмы управления и роста, доказавшие свою результативность. Но просто перенести эффективные зарубежные модели в российские социально-экономические условия без создания условий для их применения может привести к негативным последствиям. Поэтому необходимо критически анализировать и адаптировать применяемые методы к местным условиям [1-4].

Условия для реконструкции жилого фонда в государствах с развитой рыночной экономикой отличаются от сегодняшней российской ситуации. Это связано, в первую очередь, с разным уровнем экономического развития и возможностями федерального и муниципального бюджетов. Стратегия сохранения и преобразования жилого фонда формируется на основе сравнения его состояния в европейских странах. В статье изучен опыт реконструктивных мероприятий на основе анализа жилого фонда европейских стран. Исследование зарубежного опыта возможно благодаря широкому кругу литературы и официальным статистическим данным [5-8].

Зарубежный опыт показывает, что обновление жилых зданий – это важное направление в жилищной градостроительной политике. Прежде всего, это связано с повышением прочности жилых зданий и восстановлением их надежности. Однако для обеспечения комфорта проживания необходимо провести реконструктивные работы с целью устранения морального устаревания и увеличения уровня комфорта жилья.

Следует отметить, что во всех странах государство поддерживает реконструктивную деятельность, но степень его участия значительно варьируется. Центральные органы правительства в каждой стране занимаются разработкой принципов сохранения жилого фонда, включая исторический фонд. Однако проведение реконструкции

жилого фонда находится в ведении местных властей. Законодательство постоянно совершенствуется в соответствии с изменяющимися условиями и растущими потребностями населения. Особо стоит отметить, что восстановление городских центров и обновление жилого фонда стало приоритетом для многих стран-членов ЕС. Большая часть европейского жилого фонда сосредоточена в городах, а доля многоквартирных домов составляет от 76% до 95%.

Сейчас все больше внимания уделяется сохранению и обновлению исторических центров при проведении восстановительных работ. Принцип непрерывности лежит в основе обновления исторического городского пространства, который подразумевает генетически обусловленное формирование планировочной структуры центра с воссозданием наиболее ценных характеристик архитектурно-строительного наследия в новой застройке.

Экономически развитые страны обычно имеют высокий процент инвестиций в строительный сектор, например, Германия, Швейцария и Австрия. Рассматривая соотношение инвестиций в новые здания и реконструкцию, можно увидеть, что в ряде стран они примерно равны (Германия и Великобритания), в то время как во Франции и Швеции инвестиции в реконструкцию превышают инвестиции в новое строительство.

В общем объеме инвестиций доля вложений в реконструкцию меньше или равна объему вложений в новые здания. Однако стоит учесть, что затраты на создание нового жилого здания в Европе существенно выше, чем затраты на реконструкцию или модернизацию уже существующего жилого фонда [9-12].

В Австрии около 45 тысяч новых жилых зданий строятся ежегодно, в то время как около 100 тысяч жилых объектов подвергаются восстановлению. В Финляндии инвестиции в реконструкцию составляют приблизительно половину всех инвестиций в строительство, и в настоящее время предполагается увеличение объема инвестиций в реконструкцию вдвое: в период с 2006 по 2015 год инвестиции оцениваются в 1,8 миллиарда евро в год, а в 2016–2025 годах – в пределах 1,9 миллиарда евро ежегодно. Ожидается, что реконструкция арендного сектора будет выше, чем многоквартирных домов. Во Франции 2/3 инвестиций направляется на реконструкцию жилья, оставшаяся часть – на новое строительство. В Германии 62% инвестиций вкладываются в работы по восстановлению и ремонту жилых объектов и 38% – в новое строительство.

Обновление и сохранение жилого фонда исторических центров городов связано с его структурой по срокам возведения жилых объектов. Так, жилая застройка до 20-х гг. XX в. составляет в среднем 20% всего жилого фонда (за исключением Финляндии – только 1,6%).

Жилой фонд довоенного периода варьируется в диапазоне от 20% до 39%. Здания, построенные после Второй мировой войны, составляют от 18% во Франции до 38% в Швеции. Около 29% жилого фонда было построено до семидесятых годов, и он отличается разнообразием конструктивных и технических особенностей, а также планировочных решений. Эти здания функционально устаревают и требуют обновления.

Возможности воспроизводства и сохранения жилого фонда во многом определяются формой собственности и типом заселения жилья, так как от этого зависят финансирование и ответственность за обслуживание жилого фонда. Значительный процент односемейных жилых домов принадлежит частным собственникам. В многоквартирных домах эта доля варьируется. Например, в Швеции 68% многоквартирных жилых домов находятся в частной собственности, 26% – в кооперативной, а 6% – под управлением жилищных организаций.

Таким образом, исходя из вышеизложенного видно, что в европейских странах уделяется значительное внимание обновлению и улучшению жилищного фонда, особенно в центральных районах городов, где располагается большая часть исторического жилого фонда. Современные подходы к реконструкционной деятельности различаются, но все предпринимаемые действия направлены на сохранение и изменение исторической жилой среды и повышение качества жизни жителей городов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Косухин М.М., Косухин А.М., Семак А.В., Богачева М.А. Анализ внедрения технологий энергосбережения в странах Евросоюза // Наукоемкие технологии и инновации: Междунар. научн.-практ. конф. Белгород, 2016. Ч.9. С. 45-49.
2. Селютин Л.Г. Моделирование процесса аккумуляции инвестиционных ресурсов в жилищную сферу // Экономика строительства. 2002. № 12. С.25-33.
3. Косухин М.М., Ковалева К.А., Косухин А.М. Основные факторы, влияющие на надежность воспроизводства объектов недвижимости // В сборнике: Наука и инновации в строительстве. Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции. Белгород, 2020. С. 325-328.
4. Косухин М.М., Ханьжин П.И., Косухин А.М. Обеспечение энергоэффективности в строительстве // В сборнике: Наука и инновации в строительстве. Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции. Белгород, 2020. С. 328-334.

5. Косухин М.М., Шарапов О.Н., Богачева М.А., Косухин А.М. Вопросы энергосбережения в условиях устойчивого функционирования, модернизации и развития жилищного фонда // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 51-61.

6. Косухин М.М., Ануфриева А.А., Олизаренко В.Г., Косухин А.М. Решение задач технической эксплуатации жилой недвижимости путем планирования ремонтно-строительных работ // В сборнике: Наука и инновации в строительстве. Сборник докладов V Международной научно-практической конференции. В 2-х томах. Белгород, 2021. С. 72-81.

7. Селютина Л.Г. Методологические основы формирования и развития системы управления процессом преобразования жилого фонда крупного города // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). 2009. № 2. С. 212-218.

8. Селютина Л.Г., Васильева Н.В. Развитие форм воспроизводства жилищного фонда: терминологический аспект проблемы // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2003. №1. С. 114-118.

9. Косухин М.М., Косухин А.М., Соколовская Д.М. Энергосберегающие технологии и способы энергосбережения в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве // В сборнике: Наука и инновации в строительстве. (к 45-летию кафедры строительства и городского хозяйства): сборник докладов международной научно-практической конференции: в 2 т. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2017. С. 237-247.

10. Селютина Л.Г. Современные аспекты процесса управления инвестиционной деятельностью в сфере воспроизводства жилищного фонда // Paradigmata poznani. 2014. № 2. С. 28-30.

11. Селютина Л.Г. Формирование маркетинговых инвестиционных решений в системе управления жилищным строительством и реконструкцией жилой застройки // Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Экономика. 2009. Т. 28. № 1. С. 5-10.

12. Булгакова К.О. Необходимые условия для развития рынка доступного арендного жилья в Санкт-Петербурге // Kant. 2014. № 3 (12). С. 79-80.

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ, ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Антонов Л.С., студент,
Новиков А.С., студент

Научный руководитель: ст. преп.
Дорожкина Е.А.

*Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет, г. Москва, Россия*

КОНСТРУКЦИИ «ЗЕЛЕННЫХ» КРЫШ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ В АСПЕКТЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Современная архитектура отличается повышенными требованиями к энергоэффективности. Свидетельством этого утверждения являются разработанные на сегодняшний день правовые и нормативные документы, регламентирующие требования к энергоэффективности в строительстве:

- Указ Президента РФ от 4 июня 2008 г. № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики»;
- Федеральный закон РФ от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности РФ»;
- Распоряжение Правительства РФ от 27 декабря 2010 г. № 2446-р «О Государственной программе «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года».

В 2012 г. утверждены основы государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 г.

Энергоэффективные здания – это здания, которые спроектированы с учётом обеспечения значительного снижения потребления энергии для отопления и охлаждения. В результате анализа энергетической эффективности здание, с точки зрения энергопотребления, может быть как обычным, так и пассивным. В результате чего ему присвоен соответствующий класс энергоэффективности [1].

Для обеспечения в помещениях параметров воздуха в пределах допустимых норм, необходимо учитывать потери теплоты через наружные ограждающие конструкции [2, 3]. При этом величины

теплопотерь весьма условны. Они могут варьироваться в зависимости от особенностей конструкции, в том числе и ее эксплуатационной характеристики.

Среди таковых в рамках данной работы рассмотрим на теплопотерях через крышу. Варианты использования «зеленых» крыш в современной архитектуре приведены на рис. 1.



Рис. 1. Примеры использования «зеленых» крыш в современной архитектуре

Крыша является ключевым элементом здания. Она не только защищает от осадков и ветра, но и украшает здание, завершая архитектурное решение. При возведении крыш эксплуатируемых помещений (мансард), необходимо соблюдать все условия теплоизоляции, так как теплый воздух поднимается вверх и, если крыша не утеплена, то тепло уходит наружу. Поэтому утепление крыш – это одна из наиболее эффективных мер по энергосбережению [4-6].

Для повышения энергоэффективности крыш жилых и общественных зданий и снижения их температуры в летних условиях рекомендуется применять эксплуатируемые кровли с защитным земляным слоем с травяным покровом («зеленые кровли»). Размещенный на крыше экологический защитный слой предохраняет её от механических воздействий, защищает от перегрева и старения [7]. Растения выделяют влагу в виде пара, снижая температуру поверхности, соответственно, снижается температура и в помещениях, расположенных под крышей, что ведёт за собой экономию электроэнергии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Табунщиков, Ю. А. Энергоэффективные здания / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач, Н. В. Шилкин. М.: Информационно-издательское предприятие "АВОК-ПРЕСС", 2003. 200 с. ISBN 5-94533-007-8.
2. Блэзи, В. Справочник проектировщика. Строительная физика. М.: ТЕХНОСФЕРА, 2021. 616 с.
3. Голубева, О. А. Конвекция как фактор, влияющий на теплообмен в здании / О. А. Голубева, П. О. Мерзлякова, Е. А. Дорожжина // Наука и инновации в строительстве : Сборник докладов VI Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедры строительства и городского хозяйства, Белгород, 14 апреля 2022 года. Том 1. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. С. 15-18.
4. Теличенко, В. И. Кровля. Современные материалы и технология. М.: АСВ, 2012. 815 с.
5. Дорожжина, Е. А. Конструктивные особенности горизонтального озеленения зданий / Е. А. Дорожжина // Урбанистика. 2019. № 1. С. 10-17. DOI 10.7256/2310-8673.2019.1.27684.
6. Дорожжина, Е. А. Конструкции зданий с интегрированным озеленением / Е. А. Дорожжина // Урбанистика. 2017. № 2. С. 30-37.
7. Корниенко, С. В. Строительство зеленых крыш: проблемы теплозащиты / С. В. Корниенко, С. В. Гончаров // Социология города. 2020. № 3. С. 62-70.

Болотских Ю.Ю., студент,
Ньямитамбу М., студент,
Бондаренко Р.А., студент

Научный руководитель: ассистент

Амелин П.А.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТИПОВ КОМПОЗИТНОГО УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Усиление железобетонных конструкций является важной задачей, так как позволяет обеспечить надежность и долговечность зданий, сооружений и их конструктивных элементов [1, 2]. В современном мире существует большое количество технологий и методов усиления железобетонных конструкций с использованием композитов.

Композиты – это искусственные материалы, состоящие из нескольких и более компонентов, которые армированы наполнителями с различными физическими и химическими свойствами. Они включают в себя углеродные, арамидные и стеклянные волокна, которые используются в качестве арматуры. Также в их состав входит матрица, которая является связующим компонентом для разнородных материалов [3]. Совместная работа матрицы и армирующего материала повышает прочность, жесткость и другие характеристики [4]. Пространство между этими компонентами называется межфазной границей, которая имеет свойства, отличные от свойств матрицы и армирующим материалом (рис. 1).



Рис. 1. Основные компоненты композиционных материалов

Рассмотрим материалы, которые наиболее распространены для усиления железобетонных конструкций. Одним из таких материалов

является углеволокно [5, 6]. Оно применяется в гражданском и промышленном строительстве, например, для усиления ригеля, колонны и фундамента. Углеродное волокно – материал, который представляет собой тонкие нити размером сечения от 3 до 15 микрон, образующиеся преимущественно атомами углерода [5].

Усиление железобетонных конструкций углеволокном выполняется следующим образом. Для начала очищается поверхность от загрязнений и старого бетона. Затем при помощи специальных составов поверхность готовят к нанесению углеволокна. После разметки и разрезания материал наносят на усиливаемую конструкцию, исходя из вида действующей нагрузки [2, 7].



Рис. 2. Внешний вид композитных холстов из углеродного волокна

Также одним из используемых композитов является стекловолокно. Стекловолокно - это нить, изготавливаемая из расплавленного стекла, которое пропускают через отверстие с маленьким диаметром [8]. Основной областью применения этого материала является использование в качестве армирующих элементов стеклопластиков и композитов. Чтобы приступить к выполнению работ по усилению необходимо подготовить поверхность. Она должна быть гладкой, чистой и монолитной. После того, как поверхность готова, подготавливается само стекловолокно. На полиэтиленовой пленке оно раскатывается в помещении с наименьшим количеством грязи и пыли. Затем отмеряется и отрезается нужная длина и наносится на железобетонную конструкцию. Перед нанесением стекловолокна поверхность промазывают адгезивом, после чего к нему прикатывают валиком, заранее отрезанный кусок материала, чтобы он высох и затвердел [2]. В строительстве в виде композитного усиления, наряду с углеволокном и стекловолокном, также используется арамидное волокно, которое различается в зависимости от строения волокон, вариантов плетения нитей, плотностью и конечными физико-механическими характеристиками. Состав работ по усилению

конструкций с использованием арамидного волокна схож с технологией, применяемой для стекловолокна и углеволокна.



Рис. 3. Внешний вид композитных холстов из стекловолокна

Несмотря на то, что все эти композитные материалы кажутся очень похожими, тем не менее у них разные прочностные показатели, физические и химические свойства (табл. 1).

Таблица 1

Тип фибры	Прочность на растяжение, МПа	Модуль упругости, ГПа	Деформация удлинения, %	Плотность, т/м ³
Углерод с высокой прочностью	4300-4900	230-240	1,9-2,1	1,8
Углерод с высоким модулем упругости	740-5490	294-329	0,7-1,9	1,78-1,81
Углероде с высоким модулем упругости	2600-4020	540-640	0,4-0,8	1,91-2,12
Арамид	3200-3600	124-130	2,4	1,44
Стекло	2400-3500	70-85	3,5-4,7	2,6

Одним из основных достоинств композитных материалов является то, что их использование позволяет значительно снизить вес конструкции без потери прочности и устойчивости, также они обладают высокой износостойкостью и долговечностью при правильном использовании. Углеволокно обладает наибольшей прочностью в сравнении со стекло и арамидным волокном, являясь самым дорогостоящим композитным материалом из всех вышеперечисленных. Волокна из углерода с высокой прочностью используются преимущественно для усиления плит перекрытия и ригелей, а волокна из углерода с высоким модулем упругости для усиления колонн. Такими материалами усиливать более напряжённые части конструкций. Стекловолокно в свою очередь, является самым плотным и дешевым

материалом, так как его основа состоит из песка, поэтому он применяется в конструкциях, не требующих значительного увеличения несущей способности. Арамидные волокна имеют большую ударную прочность, так как обладают низкой плотностью, соответственно их целесообразно применять в конструкциях, воспринимающих динамические нагрузки.

Таким образом, применение композитных материалов различных типов для усиления строительных конструкций является новой альтернативой классическим методам усиления, позволяющей обеспечить надежность, коррозионную стойкость и долговечность зданий, сооружений и их конструктивных элементов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Римшин, В. И. Элементы теории развития бетонных конструкций с неметаллической композитной арматурой / В. И. Римшин, С. И. Меркулов // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. – № 5. – С. 38-42.

2. Шилин А.А. и др. Внешнее армирование железобетонных конструкций композитными материалами. – М.:ОАО»Издательство «Стройиздат», 2007. – 184с.

3. Параничева, Н. В. Усиление строительных конструкций с помощью углеродных композиционных материалов / Н. В. Параничева, Т. В. Назмеева // Инженерно-строительный журнал. – 2010. – № 2(12). – С. 19-22.

4. Меркулов, С. И. Увеличение несущей способности железобетонных изгибаемых конструкций усилением внешним армированием композитным материалом / С. И. Меркулов, С. М. Есипов // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2018. – № 2(1002). – С. 56-57.

5. Меркулов, С. И. Усиление железобетонных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений / С. И. Меркулов, А. И. Татаренков, В. Г. Стародубцев // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2017. – № 4(992). – С. 41-43. – EDN VWBDAX.

6. Есипов, С.М., Есипова Д.В. Критерии совместности работы композитного внешнего армирования и железобетонной конструкции при силовых воздействиях // Международный студенческий строительный форум-2018 (к 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова): сборник статей. - Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2018. - С. 64-69.

7. Кочерженко В.В., Кочерженко А.В. Технология производства работ при реконструкции : Методические указания Белгород: Изво БГТУ им. В.Г. Шухова , 2017- С.10-14.

8. Кузнецова, К. А. Эффективность применения композитных материалов для усиления железобетонных конструкций / К. А. Кузнецова, Т. В. Основина // История, современное состояние и перспективы инновационного развития науки : Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Самара, 29 апреля 2021 года. – Стерлитамак: Общество с ограниченной ответственностью "Агентство международных исследований", 2021. – С. 70-74.

Викол Д.И., магистрант

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.
Обернихин Д.В.**

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

УСИЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ БАЛОК

В строительстве металлические балки широко используются для создания прочных и надежных конструкций. Однако со временем, из-за воздействия различных факторов, балки могут подвергаться износу, деформации и другим повреждениям, что снижает их изначальные характеристики. В таких случаях возникает необходимость в усилении металлических балок. Оно может быть необходимо как в случае превышения нагрузки на конструкцию, так и для коррекции уже возникших деформаций или повреждений.

Несмотря на множество различных способов усиления, все они основаны на двух принципах: увеличении несущей способности конструкции или уменьшении усилий в ней. В первом варианте происходит увеличение сечения конструкции или увеличение сопротивления материала, например, за счет поперечного обжатия. Во втором варианте происходит разгружение конструкции, то есть часть или вся нагрузка передается на дополнительную конструкцию. Это может быть достигнуто путем изменения расчетной схемы существующей конструкции, например, добавления дополнительной опоры к балке – превращают балку из однопролетной в двухпролетную. Однако, следует отметить, что часто в одном приеме усиления используются оба принципа.

Определение выбора подхода к усилению балок зависит от следующих факторов:

- условий опирания элементов перекрытий или покрытий на балку (сверху или снизу);
- возможности увеличения высоты балки и наличия свободного пространства для размещения усиливающих элементов;
- возможности выполнения работ без остановки производства или во время технологических перерывов;
- технологических возможностей изготовления и монтажа усиливающих элементов [1, 2].

Путем изменения конструктивной схемы и усиления элементов, происходит оптимизация распределения усилий и напряжений в конструкциях. Это позволяет обеспечить эффективное функционирование усиленной конструкции. Однако, следует помнить, что такой подход может привести к изменению расчетной схемы и возникновению перегрузки в некоторых элементах конструкции. Возможные варианты усиления балок путем изменения конструктивной схемы приведены на рис. 1.

Изменение конструктивной схемы здания или конструкции можно осуществить:

- за счет изменения поперечной или продольной схем здания, а иногда той и другой схем одновременно;
- изменением жесткостей отдельных конструкций или элементов, условий их прикрепления;
- постановкой новых связей пространственной жесткости;
- введением дополнительных опор, подкосов, подвесок;
- введением жестких узлов;
- введением вантовых и висячих систем;
- созданием предварительного напряжения, осуществляемого введением высокопрочных горизонтальных и шпренгельных затяжек или изменением уровня опор [3].

Способ усиления конструкций, основанный на регулировании напряжений, способствует снижению усилий, действующих в конструкции. Однако его основным преимуществом является возможность проведения усиления без необходимости разгружать конструкцию и останавливать технологический процесс.

Увеличение сечения металлических балок – наиболее распространённый способ усиления конструкций. Для балок наиболее рационально увеличить сечение в наиболее удаленных от нейтральной оси волокнах, при этом, если позволяют габариты, увеличить и общую высоту балки, учитывая возможную потерю общей устойчивости балки. При таком усилении в большей степени возрастают момент инерции и момент сопротивления балки относительно нейтральной оси.

Возможные варианты усиления балок путем увеличения сечения приведены на рис. 2.

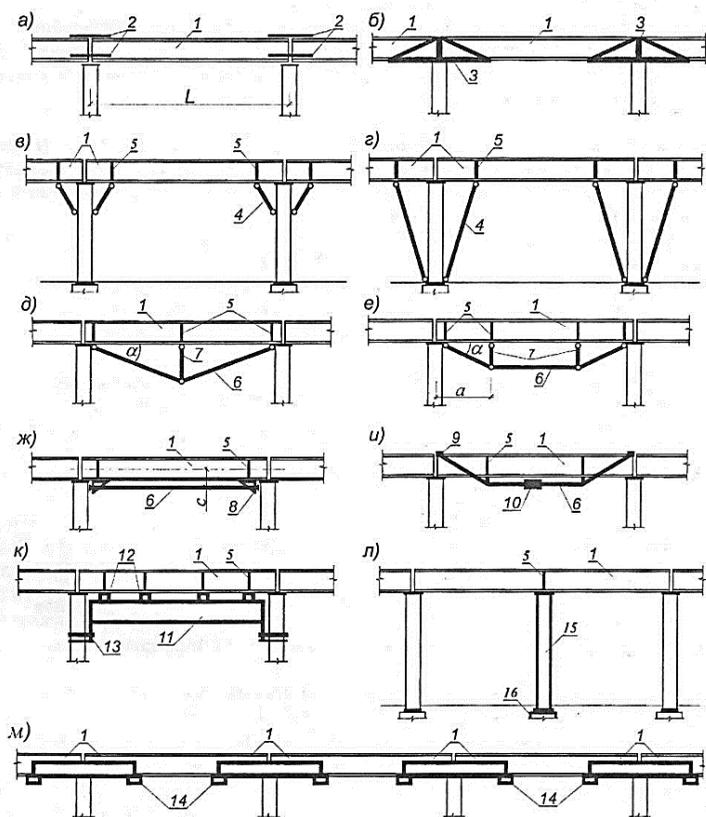


Рис. 1. Усиление балок путем изменения их конструктивной схемы:
 1 – усиливаемая балочная конструкция; 2, 3 – стальные или железобетонные элементы усиления, создающие неразрывность конструкции;
 4 – дополнительные опоры в виде подкосов; 5 – усиление стенки балки в месте её опирания на элементы усиления; 6 – ветви шпренгельных систем;
 7 – стойки для одно- и двустоечного шпренгеля; 8 – устройство для анкеровки и натяжения ветви шпренгеля; 9 – анкерующее устройство; 10 – устройство для создания преднатяжения в ветвях шпренгеля; 11 – дополнительные подведенные балочные конструкции; 12 – подклинивающие устройства для включения элементов усиления в работу; 13 – опора для передачи нагрузки на колонну; 14 – подведенные дополнительные упругие опоры;
 15 – новая жесткая опора; 16 – новый фундамент

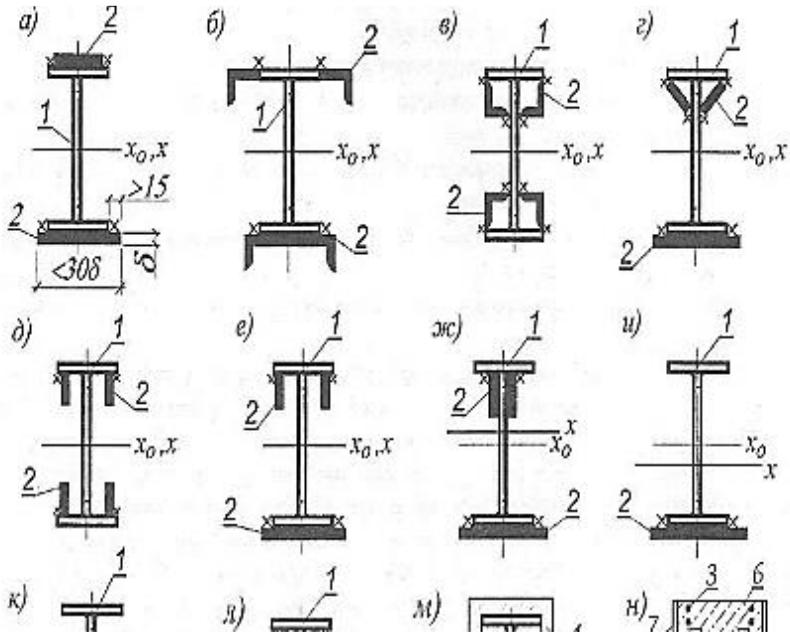


Рис. 2. Усиление балок путем увеличения сечения: 1 – существующая балка; 2 – элементы усиления; 3 – продольная арматура; 4 – бетон или фибробетон; 5 – хомуты; 6 – бетон на расширяющем цементе НЦ-400; 7 – деревянная опалубка; 8 – самонарезные болты $\varnothing 6 \dots 8$ мм с $S = 300$ мм

Двусторонние симметричные или близкие к симметричным схемы усиления «а» - «е» с расположением элементов усиления дальше от центра тяжести неусиленного сечения балки являются наиболее рациональными по расходу стали. Схемы «в», «л» применяют при опирании настилов по верхнему поясу балки. При регулировании усилий или при использовании упругопластической стадии работы материала существующей конструкции применяют несимметричное усиление по схеме «и». Схема одностороннего усиления «к» со значительным увеличением высоты сечения более целесообразна в остальных случаях.

Усиление составных сварных балок, имеющих ребра жесткости, более рационально по схемам «д», «е», использование схем «в», «г» требует вырезки ребер или подгонки элементов усиления.

Схема «ж» применяется при необходимости увеличения прочности верхней части стенки (в случае передачи сосредоточенных нагрузок). Бетон, железобетон и фибробетон для наращивания сечения

(схема «м») используют в случаях, когда конструкция сильно деформирована.

Стальные балки перекрытий усиливают по схеме «н», выполняя на верхней полке железобетонный элемент. Бетон изготавливается из напрягающего цемента, тем самым достигается обратный выгиб балок, этот способ усиления необходимо вести одновременно по всей длине балки [4].

При усилении балок способом увеличения сечения, временная нагрузка должна отсутствовать, при возможности, постоянную нагрузку на балку необходимо снизить.

Установка ребер жесткости – еще один способ усиления балок (рисунок 3). Данный метод усиления конструкций применяют в случаях, когда при увеличении нагрузок не обеспечена прочность стенки по срезу или ее устойчивость. Происходит установка наклонных, при тонких стенках – продольных и поперечных (между существующими) ребер жесткости.

Наклонные ребра жесткости могут использоваться как без пригонки к поясам балки, в таком случае они считаются не работающими на поперечную силу и служат только для обеспечения местной устойчивости, так и с пригонкой – значительно снижают касательные напряжения в стенке.

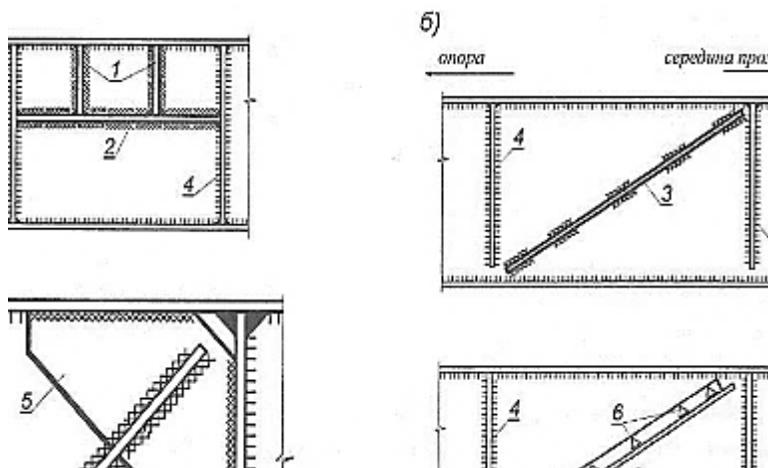


Рис. 3. Усиление балок путем установки дополнительных элементов:
a – установка поперечных 1 и продольных 2 ребер жесткости; *б* – установка наклонных 3 ребер жесткости без пригонки к поясам и существующим ребрам; *в* – установка наклонных 3 ребер жесткости с пригонкой к поясам и существующим ребрам; 4 – существующие ребра жесткости балки; 5 – пластина для пригонки наклонного ребра к поясу и ребру; 6 – болты

Один из способов усилить металлические балки – это использование арматурных связей. Этот метод предусматривает соединение двух параллельных балок, что значительно укрепляет конструкцию и увеличивает ее деформационные возможности. Арматурные связи способны выдерживать значительные нагрузки и обладают высокой прочностью [5, 6].

Существует еще один метод усиления металлических балок – использование композитных материалов. Для усиления балок применяют стеклопластик или углепластик, так как они являются легкими и прочными, это позволяет укрепить балку без явного изменения ее массы и геометрии.

При выборе метода усиления стальных балок необходимо учитывать множество факторов, таких как: доступность материалов, степень повреждений и технические возможности. Для принятия решения о наиболее эффективном методе усиления необходимо провести тщательное обследование и анализ состояния балок.

Правильное и своевременное усиление стальных балок обеспечивает их долговечность, безопасность и надежность в процессе эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бальдин Г. М., Таничева Н. В. Усиление строительных конструкций при реконструкции и капитальном ремонте зданий : учеб. пос. для вузов / – М.: Изд. АСВ. – 2008 – 112 с
2. Гроздов В. Т. Усиление строительных конструкций при реставрации зданий и сооружений. - СПб, 2005. – 114 с.
3. М.И.Лашенко. Регулирование напряжений в металлических конструкциях. М.: Стройиздат, 1966. 16. И.А. Физдель. Дефекты и методы их устранения в конструкциях и сооружениях. М.: Стройиздат, 1970.
4. М.Р.Бельский, А.Н.Лебедев. Усиление стальных конструкций. Киев, Будивельник, 1981.
5. А.И.Кикин. Повышение долговечности металлических конструкций промышленных зданий. М.: Стройиздат, 1969.
6. Солодов, Н. В. Прочность и деформативность при смятии в болтовом соединении / Н. В. Солодов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2017. – № 1. – С. 82-87.

Ермак Я.Ю., студент

Научный руководитель: канд. техн. наук

Ермак С.Н.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

К ВОПРОСУ О «ЗЕЛЕННЫХ» ТЕХНОЛОГИЯХ

Проблема энергосбережения не теряет своей актуальности для всего человечества, являясь одной из глобальных, поскольку добываемые энергоносители зачастую конечны. В настоящее время для европейских стран она стала настолько серьезна, что на государственном уровне приняты решения о внедрении прогрессивных технологий для ее решения. Этой цели служит принятый в России принят Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 N 261-ФЗ [1].

Актуальность темы исследования обусловлена высоким потенциалом развития энергосбережения при создании загородных домов, а также реализации программы «зеленый тариф», стимулирующей развитие микрогенерации электроэнергии из возобновляемых источников. Это определяет принципиальный алгоритм применимости решений, направленных на повышение энергоэффективности, и может быть применен как в обычных домах, так и в производстве. Внедрение «зеленого тарифа» должно снизить расход невозобновляемых источников энергии (нефть, уголь, природный газ) путем стимулирования развития альтернативной энергетики и привлечения инвестиций в эту сферу [2].

Энергосберегающий дом – это не идеализированное представление дома будущего, а сегодняшняя реальность, которая приобретает все большую популярность. Энергосберегающим, энергоэффективным, пассивным домом или экодомом сегодня называют такое жилище, которое требует минимум расходов на поддержание комфортных условий проживания в нем. Достигается это путем соответствующих решений в сфере отопления, освещения, утепления и строительства.

Жилище будет максимально энергосберегающим, если учтены такие нюансы:

- правильное расположение;
- компактность;

- тепловые буферы;
- правильное естественное освещение;
- кровля.

Даже построенный с учетом всех архитектурных хитростей дом требует правильного утепления, чтобы быть полностью герметичным и не отдавать тепло в окружающую среду. Для этого используют многослойную систему утепления стен, кровли фундамента. Широко распространены на сегодняшний день минеральная вата и пенополистирол.

Прогрессивными вариантами для энергосберегающего дома являются селективные стекла [3]. Они пропускают коротковолновое излучение, но не выпускают тепловые лучи, создавая «парниковый эффект».

Энергосберегающий дом должен потреблять электроэнергию максимально экономно. Этому способствует использование приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией. Также можно снабдить дом умными системами и техникой, благодаря которым возможно задавать температуру в каждой комнате, автоматически понижать температуру в комнате, если в ней никого нет, включать и выключать свет в зависимости от присутствия человека в помещении и многое другое [4].

Для обеспечения устройств умного дома электричеством, можно использовать альтернативные источники энергии, например, солнечные батареи. Конструкция солнечной батареи очень проста. Основу ее устройства составляют: корпус панели, блоки преобразования, аккумуляторы, дополнительные устройства [5]. Как правило, используется два аккумулятора. Один является основным, второй – резервным. Основной накапливает электроэнергию, сразу же направляя ее в электрическую сеть. Второй накапливает избыточную электроэнергию, после чего направляет ее в сеть, когда напряжение падает.

Среди дополнительных устройств можно выделить контроллеры, которые отвечают за распределение электроэнергии в сети и между аккумуляторами. Они работают по принципу простого реостата.

Во многих развитых странах мира действует специальная правительственная программа «зеленый тариф», стимулирующая развитие микрогенерации электроэнергии из возобновляемых источников. 6 февраля 2019 года Государственной Думой Российской Федерации в первом чтении был принят законопроект № 581324-7 «О внесении изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике» в части развития микрогенерации», который призван стимулировать развитие микрогенерации на основе возобновляемых источников энергии.

«Зеленый тариф», по сути, является стимулирующей программой, направленной на развитие малой альтернативной энергетики. Стимулятором в данном случае выступает специальный тариф, по которому государство выкупает излишки энергии.

Учитывая высокую стоимость генераторов альтернативной энергии и сопутствующего оборудования, включая согласующие устройства для подключения к общей электрической сети, «зеленый тариф» должен быть выше действующих расценок, чтобы имелась возможность окупить затраты, после чего получать чистую прибыль.

«Зеленый тариф» в России создаст самые благоприятные условия для приобретения и установки домашних электростанций, владельцы которых смогут продавать излишки энергии государству, получая дополнительный доход.

Если один раз уделить внимание изучению энергосберегающих технологий, продумать проект экодому и вложить в него средства, в последующие годы расходы на его содержание будут минимальными или даже стремиться к нулю. А использование «зеленой энергетики» позволит улучшить экологическую обстановку.

Таким образом можно отметить, что при строительстве необходимо уделять внимание высоким технологиям, продумывать проект экономного и энергосберегающего умного дома и рационально использовать альтернативные источники энергии. Это позволит минимизировать расходы, а также повысит экологическую обстановку за счет использования «зеленых» технологий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. №261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». [Электронный ресурс] <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=451689>
2. Харке В. Умный дом // Техносфера. 2006. С. 204-224.
3. Особенности стекла с селективным покрытием. [Электронный Ресурс] <https://oknoudoma.ru/osobennosti-stekla-s-selektivnym-pokrytiem/>
4. Дементьев А. Умный дом 21 века. ЛитагентРидеро, 2016. 142 с.
5. Концепция системы «Умный Дом». [Электронный Ресурс] <https://moluch.ru/archive/215/52093/>
6. Гунченко, Т.С., Сулейманова Л.А. Классификация системы озелененных территорий города // Международный студенческий строительный форум - 2018 (К 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова): Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2018. Том 2. С. 164-168.

Кизилев А. А., магистрант

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.
Есипов С.М.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОГНЕСТОЙКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Пожары ежегодно приводят к большим человеческим жертвам и материальному ущербу, являясь одним из самых частых и разрушительных стихийных бедствий. Статистика показывает, что наиболее частыми и серьезными потерями являются пожары в зданиях. Поэтому изучение огнестойкости железобетонных конструкций, с одной стороны, должно создать набор разумных и удобных методов расчета огнестойкости, с другой стороны, должно дать научную и точную оценку степени повреждения строительной конструкции, уменьшить потери от пожара, сократить время восстановления работоспособности конструкции и обеспечить основу для проектирования огнестойкости строительных конструкций.

Огнезащита железобетонных строительных конструкций является неотъемлемой частью системы мероприятий по обеспечению пожарной безопасности и огнестойкости зданий и сооружений. Проблема огнестойкости строительных конструкций заключается в быстрой утрате их необходимых качеств при воздействии пожара. Наиболее серьезные пожары происходят в промышленных и складских зданиях, где пожарную нагрузку составляют горючие и легко воспламеняющиеся материалы, а температура пожара может достигать 1200–1600°C [1].

В соответствии с Федеральным законом Российской Федерации «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», основной регламентируемой характеристикой, определяющей способность зданий и сооружений сопротивляться пожару, является его степень огнестойкости.

Различают следующие основные виды предельных состояний строительных конструкций по огнестойкости [2]:

- потеря несущей способности (обрушение конструкции или возникновение недопустимых деформаций);
- потеря целостности в результате образования в конструкции сквозных трещин или отверстий, через которые на необогреваемую поверхность проникают продукты горения или пламя;

– потеря теплоизолирующей способности вследствие повышения температуры на необогреваемой поверхности конструкции до предельных для данной конструкции значений.

При высокотемпературном нагреве в бетоне происходят сложные физико-химические и механические процессы. Воздействие пожара существенно изменяет параметры ползучести бетона. Термонапряженное состояние в массивных бетонных конструкциях при пожаре эквивалентно возникающему при схватывании бетона, что приводит к образованию трещин. Таким образом, проектирование огнезащиты является обязательным требованием при проектировании конструкций [3].

Бетоны имеют такой существенный недостаток, как склонность к взрывному растрескиванию при воздействии огня. В результате происходит быстрое уменьшение рабочего сечения конструкции, разрушение защитного слоя бетона, обнажение рабочей арматуры, появление сквозных трещин и отверстий, резкое снижение огнестойкости всей конструкции (рис. 1).



Рис. 1. Обрушение бизнес-центра в Тегеране в ходе пожара, 2017 г.

Когда бетон подвергается воздействию высокой температуры, основными видимыми повреждениями являются тепловой откол и растрескивание, но происходят и другие изменения, например, падение прочности и модуля упругости, изменение цвета. В большинстве случаев регистрируется комбинация этих эффектов пожара (рис. 2).

Основной целью мероприятий по повышению огнестойкости железобетона является снижение влияния высоких температур на строительные конструкции из данного материала и, соответственно, снижение скорости потери их свойств.



Рис. 2. Дефекты железобетона после пожара: растрескивание и образование отколов

Существуют различные способы повышения огнестойкости железобетонных конструкций. Для снижения последствий взрывного растрескивания бетона в защитном слое строительных конструкций устанавливают противотрещинные решетки или применяют огнезащитные покрытия, снижающие интенсивность нагрева бетона при пожаре. Однако современные исследования показали, что наиболее эффективным способом защиты бетона от взрывного растрескивания с точки зрения трудоемкости и материальных затрат является введение в него добавок в виде волокнистых материалов в бетонную смесь [4].

Пределы огнестойкости определяют в мировой практике с учётом расчётно-экспериментальных подходов в режиме температурной кривой «стандартного» пожара. Понятие предела огнестойкости не применимо на воздействие пожара с «реальным» температурным режимом, для них применяется альтернативное понятие - момент потери конструкцией огнестойкости по несущей способности. Под «реальным» температурным режимом подразумевается режим, отличный от «стандартного» полученный с помощью компьютерного моделирования при уточненных значениях пожарной нагрузки и ее распределения в объёме помещений.

Использование программных комплексов для расчёта огнестойкости конструкций при различных режимах пожара пока вызывает определенные трудности по ряду причин. Существуют расчётные комплексы (Sofistik и ANSYS), в которых реализована возможность выполнения теплотехнической части расчёта при пользовательском («реальном») температурном режиме, однако, не реализована статическая часть. В других программных комплексах (NormCAD), заложена возможность выполнения теплотехнической и статической задач, однако, только для «стандартного» режима пожара. В программном комплексе ЛИРА-САПР 2019 реализована возможность

подбора армирования несущих конструкций с учётом заданного предела огнестойкости, в том числе для пользовательского температурного режима пожара. Однако, полученные таким образом результаты еще подлежат проверке и верификации, поскольку данная возможность введена совсем недавно [5].

Для оценки огнестойкости строительных конструкций используют экспериментальные и расчетные методы. Экспериментальные методы позволяют дать прямую оценку огнестойкости строительной конструкции, но при этом требуют весьма значительных материальных, финансовых и трудовых затрат, занимают много времени. Кроме того, в рамках физического эксперимента затруднительно или невозможно в необходимой степени варьировать различные параметры конструкций, нагрузок и других важных факторов. Более предпочтительными с этой точки зрения являются расчетные методики оценки огнестойкости строительных конструкций. В общем случае расчетные методы являются двухкомпонентными [6]:

- теплотехническая часть, в рамках которой устанавливается распределение температуры по сечениям конструкции в процессе огневого воздействия;

- статическая часть (определяется несущая способность конструкции с учетом изменения свойств бетона и арматуры при нагреве).

Определение требуемых пределов огнестойкости следует выполнять с учетом действительной реальной пожарной нагрузки на объектах и через эквивалентную продолжительность пожара с коэффициентом огнестойкости.

Убытки от разрушений зданий во время пожара составляют примерно 15–20 % общих потерь. Поэтому изучение проблем, направленных на снижение материальных потерь от пожаров, обеспечение пожарной безопасности строительных конструкций и выявление возможности их эксплуатации после пожара является актуальным. Нельзя забывать, что любые строительные разработки и предложения должны обеспечивать главную задачу – безопасность жизни и здоровья людей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванова, Е. А. Анализ состояния проблем огнестойкости железобетонных конструкций с учётом времени и условий их эксплуатации // Молодой ученый. 2019. № 52. С. 78-79.

2. Огнестойкость зданий и сооружений как один из важных факторов в обеспечении промышленной безопасности / Борно О.И.,

Семенов А.Ю., Белов Н.Н., Квашнин Д.Г. // Нефтегазовое дело. 2015 №3. С. 739-749.

3. Чапидзе О. Д. Модальный анализ многоэтажного железобетонного каркаса после огневого воздействия / О. Д. Чапидзе, Д. И. Жуков // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2019. № 9. С. 22-29.

4. Смоляго Г. А. Обзор эффективности усиления полимеркомпозитными материалами. Огнестойкость конструкций / Г. А. Смоляго, Я. Л. Обернихина // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2021. № 2. С. 15-27.

5. Н. Ф. Давыдкин, В. О. Каледин, В. Л. Страхов. Оценка огнестойкости зданий и сооружений на основе компьютерного моделирования // Матем. Моделирование. 2001. №6. С. 27–32.

6. Фёдоров В. С., Левитский В. Е., Молчадский И. С., Александров А. В. Огнестойкость и пожарная опасность строительных конструкций. – М.: АСВ, 2009. 408 с.

**Кириллова А.Е., магистрант,
Михайлова А.С., магистрант**

**Научный руководитель: канд. экон. наук., доц.
Абакумов Р.Г.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АНАЛИЗ ОЦЕНКИ РИСКА ИНВЕСТИЦИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВО В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СПАДА

Экономика обеспечивает взаимоотношение предприятий, занимающихся одним и тем же видом экономической деятельности, которая способствует развитию денежных фондов [1].

Экономика и инвестиции в строительной сфере играют большую роль для строительства, как и само строительство имеет огромное значение для экономики любой страны.

В условиях осложнившейся международной обстановки и продолжающегося взаимодействия эпидемии «новой короны» давления на экономику в странах продолжает усиливаться и перед лицом сложившейся сложной ситуации правительство должно возглавить работу по активному осуществлению стратегического плана и активно координировать развитие экономического строительства для поддержки уверенного развития базовых отраслей.

Развитие строительной отрасли всегда было стержнем экономики стран. Однако в условиях экономического спада это создает огромный риск для экономического развития. В результате чего строительная отрасль в целом развивается крайне слабо, в движении средств возникает застойное явление. Но когда это экономическое развитие достигает определенного периода времени, экономический спад становится новой нормальной тенденцией развития экономики неизбежной в процессе экономического развития, риск инвестирования строительства в условиях экономического спада – это обоюдоострый меч, который подвергает испытанию всю строительную сферу [2].

Экономический спад, спровоцированный инвестиционным риском строительстве, обнажает развитие инвестиционно- строительной сферы инвестиций в строительстве.

Экономический спад неизбежно заставит активизироваться всю строительную отрасль, успешно овладеть умением противостоять риску и комфортно справляться со всеми видами рисков в условиях экономического спада, способствовать долгосрочному развитию предприятий в условиях экономического рынка в соответствии с современными требованиями развития рынка, качеству и качеству строительных предприятий.

Для экономического рынка в целом источники риска инвестиций в строительство в условиях экономического спада в строительстве можно свести к двум аспектам:

1. Спад в экономике привел к давлению на экспорт товаров и услуг

2. Разразившийся финансовый кризис стран поставщиков привел к резкому падению финансового авторитета, что, сказалось, на доверии потребителей из других стран к финансовым инвестициям и снизило инвестиционный энтузиазм.

Экономический спад в развитии экономики стран принес много неприятностей, большую степень усиления риска строительных инвестиций, но и в целом строительная сфера в странах выдвигает высокие требования к качеству развития. В условиях экономического спада инвесторам строительства необходимо использовать возможности для развития, эффективно проводить работу по предотвращению строительных рисков для развития строительных предприятий, указать новое направление.

Традиционный экономический рынок в значительной степени полагается на государственные инвестиции для стимулирования быстрого экономического роста. Однако такой подход не решает реальных проблем и если продолжать наращивать инвестиции, то это приведет к экономической депрессии.

Экономическое развитие постепенно замедляется и имеет тенденцию к снижению, что оказывает серьезное влияние на строительные предприятия, заказы на инженерные проекты продолжают снижаться, и экономическое развитие строительных предприятий демонстрирует депрессивную картину, а наиболее очевидным изменением является изменение цен на некоторые соответствующие ресурсы для строительных проектов, из-за постоянного снижения рыночного спроса большое количество ресурсов на строительном рынке потеряло свои каналы сбыта, что привело к бездействию и накоплению ресурсов.

Возникает серьезный дисбаланс предложений строительных ресурсов, что наносит серьезный экономический ущерб инвестициям в строительных компаниях [3].

Целью инвестирования в строительство является экономическая поддержка программы развития строительства и в условиях экономического спада строительный процесс не соответствует ожидаемым стандартам, что приводит к продлению и прекращению строительного цикла, либо вынужден завершать проект досрочно под давлением спада в экономике, что сказывается на экономической эффективности последующей стадии проекта.

В условиях экономического спада инвестициям в строительство сложнее обращаться за банковскими кредитами, чем раньше, а финансовые риски в условиях рыночной экономики постепенно возрастают.

В настоящее время под двойным воздействием внешних и внутренних факторов экономическое развитие стран идет очень медленно в тенденции развития экономического спада строительной отрасли, чтобы справиться со спадом в экономике, вызванным риском инвестиции в строительство и активно использовать возможности для решения проблем, нужно постоянно адаптироваться к развитию новой экономики и своевременно корректировать политику управления предприятий, повышать способность предотвращать риски и заложить хорошую основу для стабильного развития строительной отрасли [4, 5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бузырев В.В., Ивашенцева Т.А., Кузьминский А.Г., Щербаков А.И. Экономика строительного предприятия
2. Макаркин Н.П. Эффективность реальных инвестиций: учебное пособие. – М.: ИнфраМ, 2015. – 432 с.
3. Абакумов Р.Г., Авилова И.П., Управление инвестиционно-строительной деятельностью

4. Авилова И.П., Комплексная модель технико-экономического обоснования инвестиционно-строительного проекта / Жариков И.С., Шарапова А.В., Желевский А.В.// Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 5. С. 174-178.

5. Авилова И.П., Методические аспекты экспресс диагностики эффективности инвестиционных процессов при реконструкции объектов недвижимости / Жариков И.С.// Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 1. С. 159-163.

**Кириллова А.Е., магистрант,
Михайлова А.С., магистрант**

**Научный руководитель: канд. экон. наук., доц.
Абакумов Р.Г.**
*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРОБЛЕМЫ И МЕРЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ ФИНАНСОВЫМИ РИСКАМИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИНВЕСТИЦИЙ

Строительно-инвестиционная компания – это компания, объединяющая строительные и инвестиционные операции, начиная с привлечения средств и переходя к инвестированию и эксплуатации. В этом процессе могут возникать различные виды финансовых рисков, причем причины возникновения финансовых рисков диверсифицированы. Поэтому для того, чтобы реализовать сохранение и увеличение стоимости активов строительно-инвестиционной компании, необходимо совершенствовать уровень своей работы и управления ими. Необходимо выявлять финансовые риски, грамотно управлять рисками с целью их предотвращения и контроля. Без выявления финансовых рисков и определения их приоритетности принятия инвестиционных решений будет затруднено.

Если финансовые риски не распознаны и не определены их приоритеты, то, существует вероятность принятия неверных инвестиционных решений, что негативно скажется на текущей деятельности компании. Если финансовые риски признаются, предотвращаются и контролируются, то для компании наступает благоприятное время, что даст возможность компании комплексно и эффективно управлять рисками, обеспечивая сохранность и

целостность средств, а также снижая финансовую нагрузку на компанию.

Из этого следует, что управление финансовыми рисками является информационной базой данных для принятия решений строительно-инвестиционными компаниями. Оно играет важную роль в достижении долгосрочных целей развития строительных и инвестиционных компаний, повышении экономических выгод, усилении силы компании и создании рыночной конкуренции [1].

Для любого предприятия средства, необходимые для его развития, в основном поступают из 3 источников:

1. Операционное финансирование.
2. Долговое финансирование.
3. Акционерное финансирование.

Для строительно-инвестиционной компании источником ее финансирования является, прежде всего, долговое финансирование, как правило, заимствование акционеров или банковское кредитование. Цель займов акционеров – увеличение стоимости действующих активов, но в случае провала бизнеса акционерам будет нанесен ущерб. После того, как произойдет операционный провал, компания при желании вновь привлечь средства для увеличения капитала проекта будет сталкиваться с препятствиями на всех уровнях. Банковские кредиты, как правило, краткосрочны, то есть их нельзя использовать для краткосрочного кредитования и долгосрочных инвестиций, иначе возникают огромные риски. Например, долгосрочные инвестиции в сфере недвижимости. Индустрия недвижимости находится в сложной рыночной ситуации, когда недвижимость будет стагнировать, это может отразиться на доходности капитала инвестирующей компании. Инвестиционные компании, не имеющие средства для своевременного погашения кредита, попадут под процедуру банкротства, что в будущем может отразиться на банковских кредитах, Финансирование долевого участия является лучшим методом финансирования для строительно-инвестиционных компаний, поскольку этот тип финансирования обычно имеет более длительный срок и является источником долгосрочных средств для компании. Однако порог для долевого финансирования слишком высок и строительно-инвестиционные компании редко выходят на IPO. В то же время, если деятельность компании не приносит достаточного дохода, т.е. притока операционного капитала, строительная инвестиционная компания может привлечь капитал только за счет займов акционеров и банковских кредитов [2].

Как правило, проблем с инвестиционным направлением деятельности строительно-инвестиционной компании не существует.

Проблема заключается в том, что региональная макросреда и тенденции регионального развития не до конца понятны, а региональная рыночная среда не исследована глубоко.

Целесообразность инвестиционной программы может отклоняться из-за недостаточно глубокого исследования и отсутствия научной аргументации, что в конечном итоге приводит к инвестиционному провалу.

После запуска инвестиционного проекта строительно-инвестиционная компания должна усилить управление проектом [3].

Во-первых, создается группа по надзору за инвестиционными проектами для реализации инвестиционных проектов, возвратом средств и т.д.

Во-вторых, лица, принимающие решения, регулярно привлекают соответствующий персонал для анализа и обсуждения предоставленных технических данных, финансовых данных и текущих условий инвестиционного рынка и выявлять потенциальные риски, оперативно предлагать решения и выдавать их к исполнению, чтобы избежать рисков.

В-третьих, регулярно анализировать распределение активов инвестиционных проектов, ориентироваться на простаивающее оборудование и оборудование с некачественной производительностью, анализировать влияние их ликвидации на инвестиционные проекты и повышать ликвидность инвестиционных проектов.

В-четвертых, укреплять связь между государством и предприятиями и своевременно прогнозировать перспективы развития инвестиционных проектов, тем самым корректируя бизнес-стратегию инвестиционных проектов, снижая финансовые риски и избегая потерь.

В-пятых, создать систему оценки эффективности инвестиционных проектов, чтобы стимулировать соответствующий персонал к обращению внимания и участвовать в инвестиционных проектах, тем самым снижая операционные риски.

Эти меры позволяют инвестиционным проектам избежать финансовых рисков, снизить операционные риски и обеспечить бесперебойную работу [4, 5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цянь Цзянган. Обсуждение вопросов управления финансовыми рисками инвестиционных компаний, Обучение бухгалтерскому учету, 2016, (15): 55-56.
2. Корольков, В.Е. Методические проблемы управления инвестиционными процессами: монография / В.Е. Корольков. – Москва: НАУКОМ, 2014. – 288 с.

3. Абакумов Р.Г. Теоретические аспекты управления воспроизводством основных средств в рамках концепции обновления инновационной среды // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 3. С. 146-149.

4. Вахмистров А. И. Система управления инвестиционно-строительным комплексом. – СПб.: Стройиздат СПб., 2009. – 40с.

5. Грищенко Е.Н., Абакумов Р.Г. Инновационные аспекты оценки бюджетной эффективности инвестиционно-строительных проектов // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2014. № 1 (4). С. 176-180.

Кирович М.И., студент

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.

Голова Т.А.

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

ОСОБЕННОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

В настоящее время понятие энергоэффективность здания характеризует одну из стадий реализации проекта. Этот термин направлен на значительное сокращение потерь тепла здания в холодное время года. Показателем энергеэффективности является наименьшее потребление энергии на отопление.

По категориям энергоэффективности здания делят на 5 групп. Характеристики и название групп представлены в табл. 1.

Таблица 1

Категории энергоэффективности зданий

Наименование категории	Характеристика
Пассивные	Ежегодный расход энергии на отоплении не должен превышать показатели 15 кВт час/м^2
Активные	Дома с повышенным комфортом с системой автоматического управления микроклиматом
С низким потреблением энергии	Ежегодный расход энергии на отоплении варьируется в пределах от 16 до 35 кВт час/м^2
С нулевым энергобалансом	Энергопотребление в этих домах равно «0» за счет использования возобновляемых источников энергии
С положительным энергобалансом	Здания, которые вырабатывают больше энергии, чем необходимо для отопления дома

Главная задача энергосберегающих технологий для частного дома - уменьшить расход тепловой и электрической энергии. В свою очередь, высокая энергоэффективность – залог осуществления контроля за расходами энергоресурсов, их разумного потребления. Поэтому строительство домов с нулевым потреблением энергии – важный шаг, который был сделан человеком для сохранения экологии и повышения собственного уровня комфорта [1-3].

Одним из путей решения повышения энергоэффективности является применение системы «Умный дом». Умный дом включает в себя автоматизированную систему управления всеми бытовыми приборами в доме, которые объединяются в единую экосистему. Такая система направлена на самостоятельное принятие решения и выполнение определенных задачи без участия человека. Умный дом - это упрощение повседневной жизни и повышение ее комфорта и удобства.

Для повышения энергоэффективности здания необходимо определиться с основным источником потери тепла.

Основными источниками потери тепла, традиционно, являются двери и окна. При неплотных рамах или щелях 80% тепла улетучивается, что означает, что отопление должно быть максимальным, увеличивая как счета за электричество, так и энтропию пространства. В загородной архитектуре рекомендуется использовать много панельные системы.

Благодаря своей уникальной структуре такие окна могут выдерживать перепады температур до 60°C, при этом термометр не опустится ни на одно деление. Такие стеклопакеты не замерзают, не покрываются конденсатом и, более того, надежно защищают жителей дома не только от холода, но и от дорожного шума, пыли и осадков. Но проблема кроется не только в низких температурах, но и в перепадах температур. Если зимой работает отопление, то летом включаются вентиляторы и кондиционеры, а у этих устройств тоже требует соответствующих [4]. Современное остекление успешно поддерживает микроклимат в помещении круглый год, экономя деньги домохозяйств

Другими элементами в конструкции, через которые происходят теплопотери являются крыши. Для повышения энергоэффективности крыши отделяют полимерными пароизоляционными пленками. Эта тонкая мембрана может использоваться в условиях повышенной влажности без дополнительной нагрузки на несущую конструкцию, при этом энергосберегающие свойства здания также значительно улучшаются. Дышащие фасады и потолки предотвращают "промерзание" дома и защищают здание от вредного воздействия влаги.

Для повышения энергоэффективности стен используют утеплитель. Каркасные дома обычно строятся по принципу сэндвича: Невыгодные фасады легко отделываются декоративной отделкой, интерьеры тоже редко, кому хочется любоваться голой фанерой, в интерьерах чаще всего используются обои или специальная облицовка - и эти слои служат дополнительной изоляцией, но все равно очень зависят от состава исходных стен.

Помимо основных элементов здания для повышения энергоэффективности важно планировать Привязку дома к местности следует делать с учетом расположения сторон света (рис. 1).

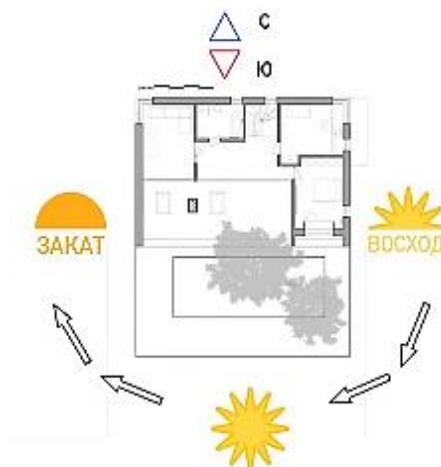


Рис. 1. Расположение участка с учетом сторон света

Все жилые комнаты с большими окнами, то есть отапливаемые помещения, должны выходить на ту сторону, куда дольше всего проникают солнечные лучи. Это означает юг, юго-запад и юго-восток. Солнечное тепло зимой нагревает стены гостиной, что еще больше снижает теплопотери. Служебные и подсобные помещения, в которых нет окон или их мало, должны выходить на север.

Не следует проектировать все окна в основных жилых комнатах выходящими на юг. Это может снизить эффективность отопления летом и охлаждения зимой. Однако если вы хотите защитить себя от жаркого солнца, посадите перед окнами, выходящими на юг, кустарники и кустарниковую листву. Это защитит интерьер от палящего солнца летом и позволит солнцу проникать внутрь зимой (рис. 2).

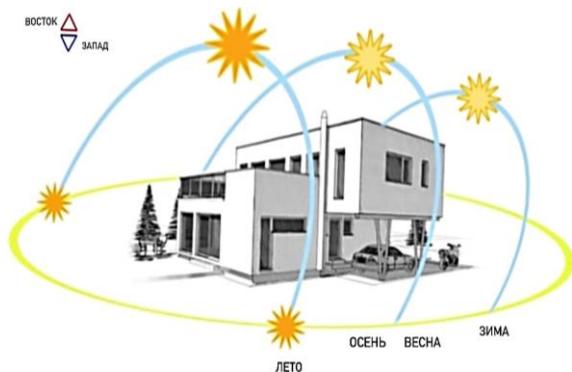


Рис. 2. Сезонный путь солнца на небе

При выборе ориентации дома имейте в виду: главный фасад должен быть обращен к воротам, а стена не обязательно должна быть параллельна границе участка. Такое расположение не является догмой. Во многих случаях беспрепятственное расположение лицом к миру является более позитивным, привлекательным и оригинальным. Следовательно, вход не должен быть обращен к основному западному ветру. Если нет другого выхода, защитите вход хвойной изгородью или поставьте перед ним служебное здание.

При разработке проекта необходимо запроектировать буферные или неотапливаемые помещения. Они также помогут снизить теплотери. Кроме того, в российском климате важна прихожая. Она защитит дом от грязи и уберезет его от летней жары и зимнего холода. Ниже представлены схемы расположения зданий, относительно розы ветров (рис. 3).

Тенденции развития современных технологий и стремление к экономии природных ресурсов делают популярным систему “Умный дом”, которая эффективно управляет комфортом. Индивидуальные настройки для каждой системы, устройства и оборудования позволяют не только значительно снизить использование ресурсов, но и создавать оптимальные условия в помещении, а также продлить срок службы электрических устройств и систем [5-6]. Особо стоит отметить повышение уровня безопасности, обеспечиваемого этой системой.

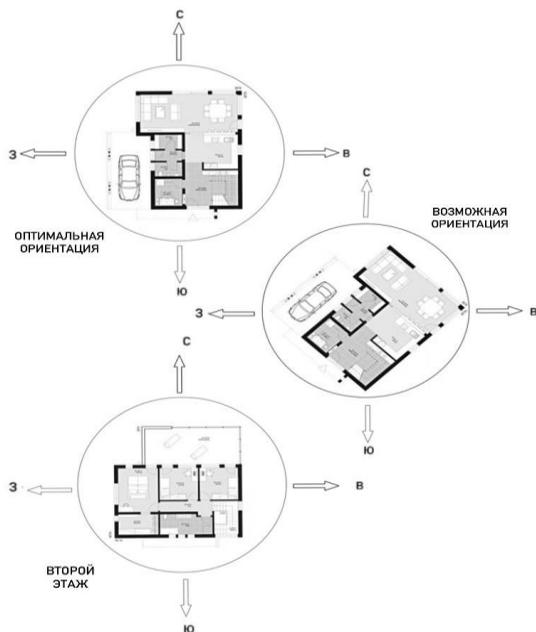


Рис. 3. Планировка жилого дома относительно розы ветров

Эффективное сочетание объёмно -планировочных, конструктивных и автоматизированных решений по типу «Умный дом» позволит проектировать индивидуальные настройки и параметры для каждого устройства и системы в доме позволяют создать максимально комфортные и безопасные условия, существенно снизить потребление ресурсов и продлить срок службы электрических приборов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 9 июня 2020 г. № 1523-р / Министерство энергетики Российской Федерации. - URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (дата обращения: 15.10.2023). - Текст : электронный.

2. Плешков, С. Ю. Решение проблем энергосбережения в условиях холодного климата / С. Ю. Плешков, Л. Г. Пастухова. - Текст : непосредственный // Вестник АГТУ. - 2015. - № 2(60).

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/reshenie-problem-energoberezeniya-v-usloviyah-holodnogo-klimata> (дата обращения: 10.10.2023). - Текст : электронный.

3. Лысёв, В. И. Направления повышения энергоэффективности зданий и сооружений / В. И. Лысёв, А. С. Шилин // Холодильная техника и кондиционирование. - 2017. - № 2. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-povysheniya-energoeffektivnosti-zdaniy-i-sooruzheniy> (дата обращения: 07.10.2023). - Текст : электронный.

4. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2009 / Минрегион России. - Москва, 2012. - 126 с. - Текст : непосредственный.

5. Алехина, Е. В. Перспективы ветроэнергетики / Известия ТулГУ. Технические науки. - 2013. №12-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-vetroenergetiki> (дата обращения: 09.10.2023). Текст : электронный.

6. Ковалев, О. П. Особенности использования тепловых насосов в системах теплоснабжения // Научные труды Дальрыбвтуза. - 2007. - № 2. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-ispolzovaniyateplovyyb-nasosov-v-sistemah-teplosnabzheniya> (дата обращения: 09.11.2020). - Текст : электронный.

**Коршикова К.С., магистрант,
Пантелеенко Л.Д., магистрант**

**Научный руководитель: ст. преп.
Суворова М.О.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

МИРОВОЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ЗЕЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Зеленое строительство, также известное как экологическое или устойчивое строительство, относится как к конструкциям, так и к применению процессов, которые являются экологически ответственными и ресурсосберегающими на протяжении всего жизненного цикла здания: от планирования и проектирования до строительства, эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и сноса объекта [1].

Развитие применения зеленого строительства невозможно представить без тесного сотрудничества подрядчика, архитекторов, инженеров и заказчика на всех этапах проекта. Практика зеленого строительства расширяет и дополняет классические принципы

проектирования зданий, связанные с экономикой, полезностью, долговечностью и комфортом.

Технология устойчивого развития ориентирована на высокую эффективность, экономичность и оптимизацию. Энергосбережение, экономия воды и материалов в течение всего жизненного цикла здания, защита окружающей среды и снижение уровня загрязнений позволяют зеленому строительству становится все более популярным во всем мире [2].

Ниже представлен некоторый мировой опыт внедрения зеленого строительства:

США являются одним из пионеров в зеленом строительстве. Организация LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) разработала рейтинговую систему, которая оценивает экологическую эффективность зданий и присваивает им соответствующую сертификацию. Такие знаки как «LEED Platinum» стали символом зеленого строительства [3].

Германия тоже принимает активное участие в развитии зеленого строительства. Они поддерживают концепцию «Пассивного дома», который уменьшает энергопотребление и затраты на отопление и охлаждение. Такие здания оснащены толстыми изоляционными стенами, энергосберегающими окнами и автоматической системой вентиляции.

Дания является лидером в области использования возобновляемых источников энергии. Они активно внедряют ветряные электростанции и солнечные батареи в строительство, чтобы обеспечить здания чистой энергией [4].

Кроме того, в Дании в 2011 году было создано министерство климата, энергетики и строительства. Объединение, казалось бы, несвязанных направлений – яркая иллюстрация комплексного подхода к зеленой теме на правительственном уровне.

Швеция также внедряет зеленые технологии в строительство. Они разработали концепцию «Города без отходов», где строительные материалы перерабатываются и повторно используются, что значительно снижает отходы и негативное влияние строительной индустрии на окружающую среду.

Япония активно внедряет зеленые технологии в свою строительную индустрию. Их здания оснащены солнечными панелями, системами управления энергопотреблением, системами сбора и использования дождевой воды. Кроме того, в Японии действует программа «Снижение налога по «зелёным» инвестициям» [5].

Столица Объединенных Арабских Эмиратов (ОАЭ) – Абу-Даби – признана лидером по экологическому строительству. Здесь насчитывается более 22,4 тыс. «зеленых» зданий. Об этом говорится в исследовании Active Capital 2020 международной консалтинговой компании Knight Frank.

Всего в мире насчитывается более 120 тысяч зданий, сертифицированных по «зеленым» стандартам – BREEAM, LEED и DGNB LEED. Одну из самых распространенных на международном уровне систем добровольной сертификации LEED уже прошли объекты недвижимости общей площадью более 1 млрд кв. м. Среди стран лидером по экологической сертификации является Великобритания – более 3 тыс. зданий получили оценку международных организаций.

В России зеленое строительство получает все большую популярность и активно развивается. В последние годы правительство, общественные организации и строительные компании прилагают усилия для внедрения принципов экологической эффективности и устойчивого развития в строительную индустрию страны [6].

Также в России активно развивается сертификационная система зеленого строительства. Система «Здание экологического класса» (BREEAM) и «Системы оценки экологической эффективности зданий» (LEED) уже имеют отдельные стандарты для российского рынка и сертифицируют здания, оценивая их по различным параметрам, таким как энергетическая эффективность, использование возобновляемых источников энергии, качество внутренней среды и другие.

В российских городах все больше внимания уделяется развитию «зеленых кварталов» и «эко-городков». Такие проекты предусматривают обеспечение зданий экологически чистыми материалами строительства, использование возобновляемых источников энергии, создание более комфортной городской среды и зон для отдыха.

Кроме того, в России все большую популярность получают солнечные и ветровые электростанции, современные системы утилизации отходов и системы управления водоснабжением с использованием дождевой и сточной воды.

Курс на «зеленые» технологии позволяет сокращать использование природных ресурсов и минимизировать энергопотребление. Однако, зеленое строительство в России находится еще на начальном этапе развития, но с каждым годом все больше строительных компаний и государственных органов осознают его важность и принимают меры для его распространения и поддержки. Это направление предоставляет большие возможности для создания

экологически чистой и энергоэффективной инфраструктуры в стране и способствует развитию экологически ответственного общества.

Страны, которые активно внедряют зеленые технологии, снижают свою энергозависимость, улучшают качество воздуха и воды, а также обеспечивают более комфортные условия жизни для своих граждан.

Россия имеет огромные потенциалы для развития зеленого строительства благодаря своей просторной территории, разнообразию климатических зон и наличию значительных природных ресурсов. Тем не менее, реализация зеленых технологий и принципов в строительстве все еще имеет свои препятствия, такие как недостаток информации, высокие затраты на внедрение новых технологий и слабая осведомленность общества о преимуществах зеленого строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Bakaeva N.V., Naumov A.E., Suvorova M.O. Eco-Resource Intensity Enhancement of Residential Apartment Buildings via Optimizing Design Solutions // Lecture Notes in Civil Engineering. 2021. Vol. 147. P. 72-78.

2. Коршикова К. С., Резван А. В. Мировой и отечественный опыт стимулирования строительства энергоэффективных зданий // Научно-технические инновации (XXIV научные чтения) : Сборник докладов Международной научно-практической конференции – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. С. 104-108.

3. Champagne C.L., Aktas B. Assessing the Resilience of LEED Certified Green Buildings // Procedia Engineering. 2016. Vol. 145. P. 380–387.

4. Пчелинцев В. С. Дания на пути к «зелёной экономике» // Зеленые тетради. 2016. №1. С. 24-26.

5. Tax incentive for industry (Green Investment Tax) in Japan. International Energy Agency. October 19, 2017. Paris, France. Web-source: iea.org. Access data: May 21, 2019.

6. Суворова М. О., Коршикова К.С. Технология энергоэффективного топологического формообразования структур строительных печатных конструкций // Современные перспективы строительства: сборник научных статей по материалам Молодежной научной школы. – Калининград: Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, 2023. С. 116-120.

Курзина О.О., студент,
Петрий А.А., студент

Научный руководитель: ст. преп.
Дорожкина Е.А.

*Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет, г. Москва, Россия*

СОЛНЦЕЗАЩИТНЫЕ КОНСТРУКЦИИ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ

Солнечная радиация представляет собой неиссякаемый источник экологически чистой энергии, тепла и света. Вопросы инсоляции при проектировании зданий и сооружений имеет первостепенное значение, что отмечено в [1]. С другой стороны, для уменьшения воздействия вредных факторов прямой солнечной радиации на микроклимат помещений, в том числе, перегрева в период охлаждения зданий, необходимо применять солнцезащитные устройства. Одним из способов ее обеспечения являются солнцезащитные устройства [2, 3].

Использование солнцезащитных средств в современной архитектуре в настоящее время является самым распространенным и весьма выгодным способом обеспечения теплового комфорта постройки. Они подразделяются на несколько видов [4, 5]:

- архитектурно-планировочные, которые подразумевают рациональное взаиморасположение и правильную ориентацию зданий относительно сторон горизонта, а также учет естественных особенностей ландшафта;
- конструктивные – использование затеняющих элементов зданий, а также применение различных строительных материалов с солнцезащитными и светоотражающими свойствами;
- технические, представляющие собой разнообразные системы искусственной вентиляции и кондиционирования помещения.

Рассмотрим солнцезащитные конструкции. Согласно классификации, представленной в [6], конструкции подразделяются на сплошные или с применением ламелей (одинакового или разного размера). Также могут рассматриваться конструкции как стационарные, так и регулируемые (активно, циклически или адаптивно регулируемые, а также сочетания пассивно-адаптивные и активно-адаптивные).

По положению направляющих затеняющих элементов солнцезащитные конструкции могут быть горизонтальными,

вертикальными, общего положения, а также комбинированными. Основные варианты решения солнцезащитных конструкций представлены на рис. 1.



Рис. 1. Примеры использования солнцезащитных конструкций в современной архитектуре

Проектирование солнцезащитных конструкций проводится в соответствии с [7] с учетом особенностей местного климата региона строительства.

Для регионов со среднемесячной температурой 21 °С и выше такие конструкции или устройства становятся обязательными. При проектировании солнцезащитных устройств для учета как пассивного охлаждения в теплый период года, так и пассивного отопления в холодный период года необходимо учитывать суммарную солнечную радиацию при действительной облачности в месте строительства и ориентацию фасадов здания с учетом теневых масок (рис. 1).

Солнцезащитные конструкции являются необходимой частью современного здания. Их роль не ограничивается задачей улучшения качества световой среды в помещениях, так как в ряде случаев солнцезащитные устройства являются важным средством пластического решения фасадов зданий, придания им выразительности. Примеры использования солнцезащитных конструкций приведены на рис. 2.

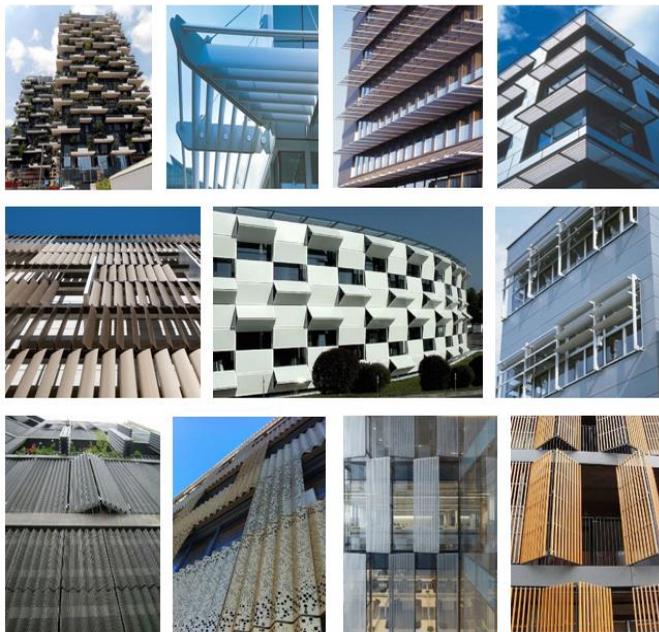


Рис. 2. Примеры использования солнцезащитных конструкций в современной архитектуре

Ведущие архитекторы уже долгое время используют возможности таких солнцезащитных устройств не только для обеспечения комфортных условий в помещениях, но и для сообщения конструкциям дополнительной архитектурной выразительности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон № 384-ФЗ от 30.12.2009 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (в тек. ред.). – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/. – Текст: электронный.
2. Соловьев, А. К. Современное понимание роли естественного освещения при проектировании зданий / А. К. Соловьев, Е. А. Дорожкина // Жилищное строительство. 2021. № 11. С. 46-52. DOI 10.31659/0044-4472-2021-11-46-52.
3. Стецкий, С. В. Повышение качества световой, акустической и инсоляционной среды в помещениях гражданских зданий с применением стационарных солнцезащитных устройств /

С. В. Стецкий, Е. А. Дорожкина // Инновации и инвестиции. 2021. № 2. – С. 193-198.

4. Стецкий, С. В. Оптимальное расположение объектов окружающей застройки для обеспечения нормативной продолжительности инсоляции в помещениях зданий / С. В. Стецкий, К. О. Ларионова, А. С. Аверьянова, К. В. Степанов // Экономика строительства. 2023. № 4. С. 201-203.

5. Курзина, О. О. Конструктивные методы обеспечения солнцезащиты в контексте современной архитектуры гражданского назначения / О. О. Курзина, А. А. Петрий, Е. А. Дорожкина // Наука и инновации в строительстве : Сборник докладов VI Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедры строительства и городского хозяйства, Белгород, 14 апреля 2022 года. Том 1. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. С. 83-87.

6. СП 370.1325800.2017. Устройства солнцезащитные зданий. Правила проектирования: дата введения 2018-06-06. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/550965731>. – Текст: электронный.

7. СП 17.13330.2020. Строительная климатология: дата введения 2021-06-25. – URL: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/118243/>. – Текст: электронный.

Мощенко А.Н., магистр

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.

Есипов С.М.

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Энергоэффективность является той характеристикой, которая отражает отношение полезного эффекта от использования энергоресурсов к их затратам, произведенным применительно к продукции, технологическому процессу и иному. При этом относительно здания данное понятие можно определить в качестве степени приближения к условиям минимально-возможного расхода ресурсов, при которых будет обеспечено функционирование здания и его инженерных систем. В данном случае энергоэффективность

выражается в качестве коэффициента снижения энергетического потребления и коэффициентом полезного использования энергии каждого отдельного рассматриваемого здания [1].

Таким образом, энергоэффективные здания являются объектами, энергетические ресурсы которых могут экономиться посредством инновационных энергосберегающих технологий. При этом важно отметить, что использование таких инноваций актуально не только для задачи повышения энергоэффективности, но с экологической точки зрения. Это связано с тем, что снижение потребления ископаемого органического топлива непременно приводит к сокращению вредных выбросов в окружающий мир. В результате этого, энергоэффективность становится необходимым стандартом для зданий [2].

На сегодняшний день использование интеллектуальных технологий становится все более актуальным в контексте повышения энергоэффективности зданий. В первую очередь это обусловлено стремительным ростом потребления энергии и необходимости рационализации и оптимизации использования ресурсов. Интеграция интеллектуальных систем в управление зданиями позволяет значительно снизить энергопотребление, оптимизировать работу инженерных систем и улучшить комфортные условия для жильцов.

Одним из ключевых преимуществ таких технологий является возможность мониторинга и анализа потребления энергии в режиме реального времени, что позволяет выявлять и устранять потери и избыточное потребление. Такие системы также способствуют оптимизации работы систем отопления, вентиляции и кондиционирования, что приводит к снижению затрат на энергию и сокращению выбросов вредных веществ. В итоге, использование интеллектуальных технологий становится ключевым инструментом в стремлении к более эффективному и экологически устойчивому строительству [3].

Необходимо отметить, что интеллектуальное оборудование для повышения энергоэффективности зданий работает в общей автоматизированной системе, также включающей в себя и управление безопасностью. На рис. 1 представлена принципиальная схема функционирования и связи основных элементов данной системы. Как уже было сказано ранее, анализируемые параметры в автоматическом режиме также передаются на веб-приложения, мобильные приложения и иные средства для диспетчеризации и возможности настройки и управления техническими элементами системы. При этом интеллектуальные технологии интегрируются во всех подсистемах микроклимата и энергосбережения [4].

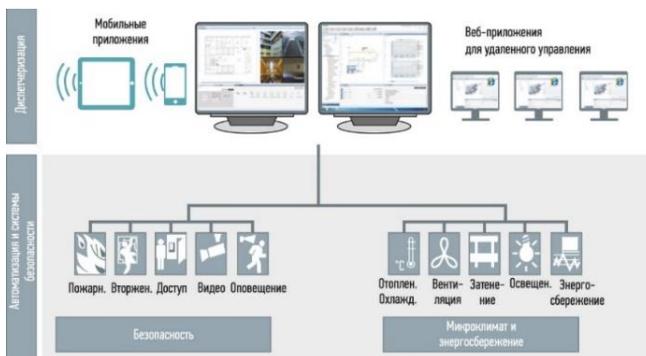


Рис. 1. Автоматизированная инженерная система

Далее представлены основные интеллектуальные технологии и способы их функционирования при решении задач по повышению энергоэффективности зданий:

- системы умного управления (Building Management Systems - BMS). BMS объединяют различные системы здания, такие как отопление, вентиляция, кондиционирование, освещение и безопасность, в единую интегрированную систему. Они могут оптимизировать работу систем, управлять температурой, освещением и другими параметрами, исходя из реальных потребностей и наличия людей в здании [5];

- сенсоры и IoT. Установка датчиков для мониторинга параметров, таких как уровень освещенности, температура, влажность и движение, позволяет системам реагировать на изменения в окружающей среде. Эти данные используются для регулирования работы систем автоматически;

- аналитика данных. Сбор и анализ данных о потреблении энергии и других параметрах помогают выявить места потерь и возможности оптимизации. Алгоритмы машинного обучения могут предсказывать потребление и рекомендовать оптимальные настройки для систем управления;

- системы умного освещения. Умные системы освещения, основанные на LED-технологии и датчиках, позволяют регулировать яркость и включение света в зависимости от наличия людей и дневного света. Это существенно снижает энергопотребление;

- использование возобновляемых источников энергии. Интеграция солнечных панелей и ветрогенераторов, а также умное управление позволяет зданию генерировать и использовать собственную энергию, снижая зависимость от традиционных энергоресурсов;

– системы управления зонами. Зоны управления позволяют адаптировать условия в разных частях здания в соответствии с потребностями пользователей. Например, можно поддерживать разные температурные режимы в разных офисах в зависимости от наличия людей и предпочтений [6];

– удаленное управление и мониторинг. Использование мобильных приложений и облачных платформ позволяет владельцам и управляющим зданиями вести мониторинг и регулировать работу систем удаленно, что повышает удобство и эффективность.

Все эти технологии работают совместно, обеспечивая более интеллектуальное и эффективное управление энергопотреблением в зданиях, что, в свою очередь, способствует уменьшению нагрузки на энергетические ресурсы и сокращению экологического следа.

Несмотря на все свои преимущества, повышение энергоэффективности за счет интеллектуального оборудования имеет и ряд трудностей. Во-первых, важно выбрать наиболее оптимальный вариант при покупке оборудования из всего разнообразия на рынке. Во-вторых, понадобится прокладка кабельных линий к местам установки приборов и распределительных щитов. В-третьих, необходимо непрерывно с определенной периодичностью проводить проверку всех режимов работ. При должном подходе при решении данных задач может быть обеспечена высокая энергоэффективность зданий и повышение коэффициента полезного использования энергии [7, 8].

В заключение необходимо отметить, что интеллектуальные технологии являются основой в рационализации и наиболее оптимальном использовании ресурсов. Повышение энергоэффективности зданий является одной из наиболее актуальных задач в современном мире, одно из решений которой состоит в использовании инновационных технологий, являющихся достижением современного научно-технического прогресса. Современные системы искусственного интеллекта и интеллектуальные технологии обеспечивают оптимальное распределение и использование ресурсов, что особенно важно и необходимо при решении задач, связанных с повышением энергоэффективности зданий и сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арискина А.И., Тарасова О.Ю., Кудашкин И.В. Анализ внедрения интеллектуальных технологий при проектировании и эксплуатации энергоэффективных зданий // Научное обозрение. 2021. №3. С. 10-15.
2. Кочеткова Я.А., Кудрова Е.Г. Зарубежные инновационные технологии в области повышения энергоэффективности зданий и их

инженерных систем // Сервис в России и за рубежом. 2023. №2 (104). С. 196-204.

3. Семенова Э. Е., Думанова В. С. Повышение энергоэффективности эксплуатируемых зданий // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2020. №2 (32). С. 72-75.

4. Бык Ф.Л., Мышкина Л.С., Кожевников М.В. Повышение устойчивости энергоснабжения регионов на основе локальных интеллектуальных энергосистем // Экономика региона. 2023. №1. С. 163-177.

5. Лучкина В.В. Оптимизация проекта энергоэффективного строительства анализ рынка энергоэффективных технологий при проектировании зданий // Системные технологии. 2018. №3 (28). С. 5-13.

6. Луняков М.А., Ахметов И.А. Методические подходы к повышению энергоэффективности высотных зданий // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2020. №2.

7. Матюшок В.М., Балашова С.А., Ревина С.Ю., Гомонов К.Г. Энергоэффективность и развитие умных сетей в регионах России // РЭиУ. 2019. №1 (57). С. 2-8.

8. Ефанов, И. М., Яременко, Р. Г., Кузнецов, А. А. Энергосберегающие технологии и энергетический аудит: Развитие и опыт внедрения / И. М. Ефанов, Р. Г. Яременко, А. А. Кузнецов // Энергетика и энергоэффективные технологии: межвузовский сборник статей. Вып. I. Ч. 1. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. – С. 139-143.

Покидов Н.А., магистрант

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.

Крючков А.А.

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В последнее время сейсмостойкость в строительстве обрела научный характер, и за последние десятилетия споры, касающиеся выявления наиболее оптимальной системы защиты, продолжают.

Сейсмостойчивость – способность зданий и сооружений сохранять свои эксплуатационные качества и целостность с минимальными повреждениями. Сейсмостойчивость объекта зависит от его параметров: высоты, веса в целом и конструктивной системы.

Каждый конкретный случай нужно рассматривать отдельно, исходя из данных проектирования объекта, инженерно-геологических и климатических характеристик, а также от его функционального назначения. Всё это приводит к тому, что необходимо сделать сравнение и выбор способа сейсмозащиты и оптимальной строительной модели и материалов, чтобы оправдать экономическую целесообразность [1, 2].

Наиболее перспективное направление повышения сейсмоустойчивости – это сейсмоизоляция зданий, которая подразумевает собой отстройку частот колебаний здания от преобладающих частот воздействия, что обеспечивает снижение механической энергии, передаваемой основанием на вышележащие конструкции [3, 4].

В мире наблюдаются две тенденции – использование сейсмоизоляции в чистом виде, которая устраивается в нижних частях здания в виде резинометаллических опор с самыми различными модификациями, фрикционные скользящие маятниковые опоры, и сейсмоизоляция с применением демпфирования, которое применяется в строительстве высотных зданий: сейсмоизоляция находится на нижних этажах, а по высоте здания устанавливают демпфирование.

На современном этапе развития способов сейсмозащиты существует довольно большое количество традиционных методов, которые способствуют уменьшению усилий, вызванных смещением грунтов. Однако такие традиционные методы не гарантируют полного удовлетворения защиты зданий от сейсмических волн.

В сейсмически опасных районах и сложных грунтовых условиях целесообразно применять новые конструктивные решения, в первую очередь фундаменты и сейсмозащитные устройства, вместо традиционной сейсмозащиты [5].

Применяемые современные демпфирующие устройства являются неконструктивными, т.е. дополнительными элементами. Новые устройства, такие как пространственная фундаментная платформа (ПФП) на скользящем слое, являются частью системы, которая повышает целостность системы и выполняет ряд конструктивных и эксплуатационных функций вне зависимости от наличия или отсутствия сейсмических воздействий. Разработанные ПФП обладают большой жесткостью и повышенной распределительной способностью, за счет снижения тангенциальных (сдвиговых) связей между ПФП и основанием, и оказывают малое давление на основание, даже при строительстве на слабых грунтах. Мощная сейсмическая волна проскальзывает под ПФП на скользящем слое, а за счет размеров ПФП можно обеспечить устойчивость здания.

Сейсмоизоляция гравитационного типа (рис. 1) представляет собой подвижные опорные части в виде эллипсоидов вращения, которые размещены между надземной частью здания и фундаментом. Принцип действия такой системы заключается в том, что во время землетрясения центр тяжести опор поднимается, в результате чего образуется гравитационная восстанавливающая сила. При этом колебания здания происходят около положения равновесия, и их начальная частота и период зависят от геометрических размеров опор.

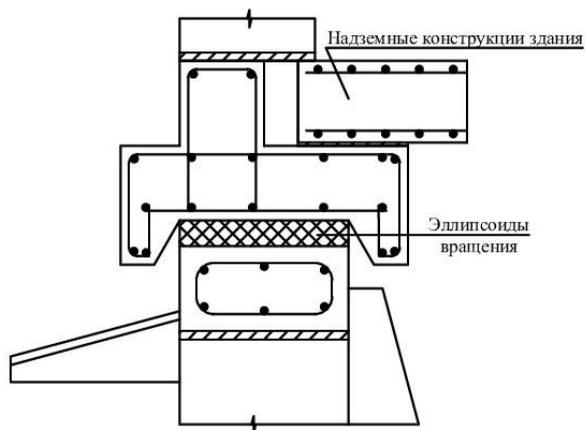


Рис. 1. Сейсмоизоляция гравитационного типа

Необходимо отметить, что построенные фундаменты этого типа не имеют специальных демпфирующих устройств, и при длиннопериодных воздействиях силой более 8 баллов возможно падение здания с опор. Это указывает на опасность фундаментов на кинематических опорах, если в них не предусмотрены дополнительные демпфирующие элементы [5]. Однако с учетом опытов, рассмотренных в работе [6], следует добавить, что установка демпфирующих устройств необходима для корректной работы системы не только при длиннопериодных воздействиях более 8 баллов, но и при колебаниях частотой до 3,5 Гц, т.к. система может усилить амплитуды колебаний вследствие резонанса.

Сейсмоизолирующий фундамент фирмы Spie Batignolle (рис. 2) действует на сейсмоизоляционные части конструкции и реализуется путем устройства скользящего пояса, который не обеспечивает возвращающей силы. Опора, поддерживающая верхнюю фундаментную плиту, состоит из фрикционных плит, армированной прокладки из эластомера (неопрена), нижней фундаментной плиты и

бетонной стойки, опирающейся на нижнюю фундаментную плиту. Отношение вертикальной жесткости к горизонтальной в 10 раз больше.

Когда горизонтальная нагрузка на опорную часть не превосходит сил трения при относительно слабых воздействиях, система работает в линейной области. Однако при увеличении нагрузки сила трения преодолевается и возникает проскальзывание верхней фундаментной плиты относительно нижней до 20 см, что указывает на ограниченный диапазон работы системы.

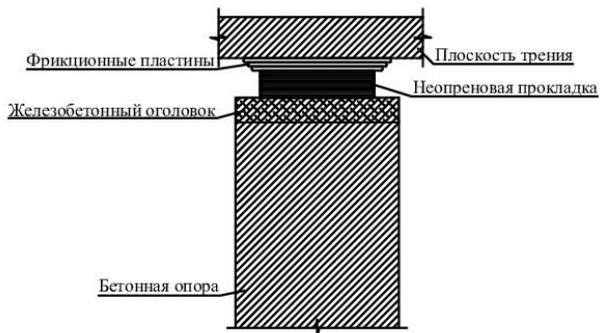


Рис. 2. Сейсмоизолирующий фундамент фирмы Spie Batignole

Также к недостаткам следует отнести невозможность предотвращения неравномерного давления на опоры при строительстве на нескальных грунтах, отсутствие средств регулирования сил трения и сложность смены прокладок во время эксплуатации.

Широкое распространение среди систем стационарных сейсмоизоляций получили сейсмоизолирующие фундаменты (СФ), которые применяются в отечественной и зарубежной практике. Такой подход обеспечивает полную изоляцию от сейсмических воздействий всей системы при сохранении и использовании естественных свойств слабых грунтов. В этом случае происходит полное отделение здания с фундаментом от основания. Использование СФ эффективно как при наличии сейсмических волн, так и при их отсутствии, защищая здание от неравномерных деформаций грунтов [5].

В настоящее время доля проектирования и строительства современных сейсмоизолированных зданий и сооружений по отношению к традиционным еще мала, но уже заметна тенденция роста их числа в сейсмически опасных районах.

Исходя из вышеизложенного нетрудно заметить, что способы сейсмоизоляции и сейсмогашения постоянно совершенствуются и

создаются новые, за счет развития инструментальной сейсмологии, углубления понимания целей и критериев антисейсмического проектирования, методов динамики сооружений, компьютеризации исследований и т.д.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Покидов Н.А. Методы сейсмозащиты зданий и сооружений // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова. 2023г. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_54240347_76230752.pdf
2. Фрахманд Т. Сейсмическая изоляция и другие антисейсмические системы, применяемые в мировом строительстве // Международный студенческий форум – 2018 (К 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова). 2018г. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_38247625_93505380.pdf
3. Б.С. Ордобаев. Инженерные методы по снижению сейсмического риска зданий и сооружений // Журнал «Технологии гражданской безопасности». 2013г. URL: https://www.vniigochs.ru/storage/photos/4/TGB_articles/2013/N4_2013/p_14_Engineering%20Methods%20to%20Reduce%20Seismic%20Risk_tgb_4_2013.pdf
4. Захаров С.А., Дроздов В.В., Калиновский С.А., Воробьева А.Д. Классифицирование систем и методов защиты зданий и сооружений в сейсмически активных районах // Журнал «Экономика строительства». 2023г. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifitsirovanie-sistem-i-metodov-zaschity-zdaniy-i-sooruzheniy-v-seysmicheski-aktivnyh-rayonah/viewer>
5. Литвинова Э.В., Литвинов Б.А. Инновационные системы сейсмозащиты зданий и сооружений за рубежом // Журнал «Строительство и техногенная безопасность». 2013г. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-sistemy-seysmozaschity-zdaniy-i-sooruzheniy-za-rubezhom/viewer>
6. Кудлай Д.А. Оценка сейсмического воздействия на здание с сейсмоизоляцией // Журнал «Строительство и техногенная безопасность». 2016г. URL: http://science.cfuv.ru/wp-content/uploads/2017/02/2016_55.pdf

Разумовский Д.В., магистрант

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.
Фролов Н.В.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

К ВОПРОСУ УСИЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТА

Актуальность исследования обусловлена тем, что усиление фундамента является важным этапом в строительстве и реконструкции зданий и сооружений. Несущая способность фундамента напрямую влияет на безопасность и надежность здания. Недостаточная несущая способность фундамента может привести к деформации и разрушению здания, что может стать причиной серьезных последствий для жизни и здоровья людей. Поэтому, при проектировании и строительстве необходимо учитывать грунтовые условия и правильно выбирать методы усиления фундамента. Также важно проводить регулярную проверку состояния фундамента и своевременно проводить работы по его усилению. Так, на практике усиление фундамента представляет собой процесс, в результате которого увеличивается несущая способность фундамента здания.

Разрушение фундамента может происходить по разным причинам, но чаще всего это связано с недостаточной несущей способностью грунта под фундаментом, что может быть вызвано неправильным выбором места для строительства здания, плохим качеством грунта, изменением грунтовых условий в результате природных катаклизмов или человеческой деятельности (например, строительство соседних зданий или дорог).

Также разрушение фундамента может быть вызвано нарушением технологии строительства, недостаточной жесткостью конструкции здания или ее неправильным расположением на фундаменте.

В любом случае, разрушение фундамента является серьезной проблемой, которую необходимо решать своевременно и комплексно. На практике выяснилось, что укрепить готовый фундамент гораздо сложнее, чем спроектировать новый. Происходит это потому, что необходимо учитывать условия эксплуатации. Ремонтируя и укрепляя фундамент необходимо учитывать разнообразие проявлений деформации зданий и сооружений. Этот процесс трудоемкий, тяжелый и ответственный [1].

Реконструкция существующих зданий и сооружений, как правило, обязательно сопровождается значимыми изменениями – это может быть

или дополнительная нагрузка фундамента, или в расчете схемы работающего основания. Оба случая характеризуются дополнительными осадками фундаментов, неравномерное развитие которых может стать следствием появления трещин в надземных конструкциях (стенах, перекрытиях и т.п.).

Реконструкция зданий предполагает два основных фактора, оказывающих влияние на основание:

- дополнительное нагружение основания (результат замены перекрытий, устройство этажа, мансарды и т.д.);
- углубление подвалов.

Оба фактора по результатам геотехнических расчетных обоснований могут вызывать дополнительные неравномерные осадки фундаментов [2]. Именно поэтому необходимо четко разграничивать методы усиления фундамент и понимать их объективную необходимость в каждом конкретном случае, чтобы избежать негативных последствий. Решению вопроса о необходимости выполнения усиления фундаментов и выборе способа усиления должны предшествовать инженерно-геологические изыскания и обследование конструкций существующих фундаментов [3].

Одним из основных методов при усилении фундамента является установка дополнительных опорных элементов. Данный метод заключается в том, что при его реализации в последующем дополнительные установки будут распределять нагрузку на более широкую площадь грунта. Такими элементами могут быть сваи, шпунты, грунтовые анкеры или грунтовые растяжки и так далее. В зависимости от конкретных условий и требований, выбирается оптимальный тип опорных элементов. Например, они могут быть из геосинтетических материалов – это специальные материалы, которые используются для укрепления грунта и создания дополнительной опорной поверхности. Такими материалами могут быть геотекстиль, геосетка, геомембрана и т.д. Их использование позволяет увеличить несущую способность фундамента без необходимости установки дополнительных опорных элементов.

Например, при усилении фундаментов эффективно применять корневидные сваи (буроинъекционными) – это позволяет работать без разработки котлована, обнажения фундамента, а также не нарушая структуру грунта у основания. Они проникают на большую глубину и обеспечивают дополнительную опору (рис. 1). В указанном случае усиления здания используется так называемый подпорок – жестких корней в грунте, который переносит большую часть нагрузки на плотный слой грунта [4, 5].

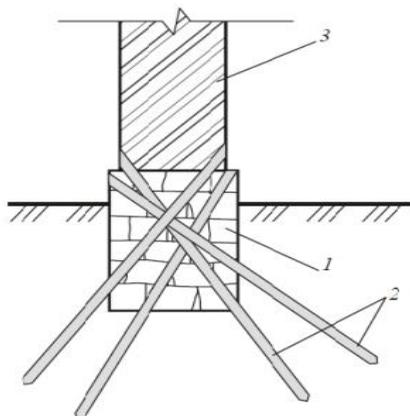


Рис. 1. Усиление фундаментов буройнъекционными сваями:
1 – фундамент; 2 – буройнъекционные сваи; 3 – стена

Также среди методов усиления фундамента может быть применения специальных технологий, например, инъекционных. Он заключается во введении специальных растворов или смесей в грунт. Таким образом, происходит увеличение плотности грунта и улучшение его несущей способности. Инъекционные технологии могут быть использованы как для усиления существующего фундамента, так и для создания новых опорных поверхностей. Помимо этого, на практике усиление фундамента может заключаться в использовании других специальных материалов, например, полимерных сеток или армированного бетона.

Также в отдельных случаях актуально применение системы гидроизоляции, которая защищает фундамент от влаги и сохраняет его прочность на долгие годы, тем самым усиливая его несущую способность. Для установки системы гидроизоляции необходимо провести работы по очистке и подготовке поверхности фундамента. Затем на поверхность наносится специальное гидроизоляционное покрытие, которое обеспечивает надежную защиту от влаги. При необходимости могут быть установлены дренажные системы, которые помогают отводить воду от фундамента.

Так, методы усиления фундамента довольно разнообразны и каждый из них широко применяется в практике при строительстве и реконструкции зданий в каждом конкретном случае. Например, при строительстве зданий на слабых грунтах, часто используются опорные сваи или грунтовые анкеры для увеличения несущей способности

фундамента. Также методы усиления фундамента могут быть использованы при реконструкции зданий, когда необходимо увеличить нагрузку на существующий фундамент.

Таким образом, усиление фундамента является неотъемлемой частью процесса строительства и обеспечивает безопасность и надежность здания на долгие годы. Усиление фундамента – это важный процесс, который позволяет увеличить несущую способность фундамента здания. В данной работе были рассмотрены основные методы усиления фундамента, а также их применение в практике. Правильный выбор метода усиления фундамента зависит от конкретных условий и требований, поэтому необходимо проводить тщательный анализ перед принятием решения. Рассмотренные в данной работе методы усиления различных несущих конструкций при реконструкции зданий позволяют решать задачи повышения прочности фундаментов и оснований, а также снижения деформаций зданий и сооружений при их реконструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новицкий, О. В. Ремонт и усиление фундаментов / О. В. Новицкий. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 49 (287). – С. 227-230. – [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/287/64817/> (дата обращения: 14.06.2023).
2. Алексеев С.И. Осадки фундаментов при реконструкции зданий: учеб. пособие. СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2009. 82 с.
3. Егоров А.И. Методические рекомендации по проектированию и производству работ при усилении оснований и фундаментов памятников. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/3547131/> (дата обращения: 14.06.2023).
4. Леденев В. И. Усиление конструкций при реконструкции / В. И. Леденев В. В. Леденев. – Тамбов: ТИХМ, 1991. – 104 с.
5. Косухин М. М., Косухин А. М., Коржова Ю. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ФУНДАМЕНТ ДЛЯ КОТТЕДЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА //В сборнике: Наука и инновации в строительстве. Сборник докладов Международной научно-практической конференции (к 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова). 2018. С. 171-176.

Ратушняк В.Р., магистрант

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.
Есипов С.М.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ОГНЕСТОЙКОСТИ НЕСУЩИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В современном мире строительство зданий и сооружений постоянно развивается, что ставит перед специалистами новые задачи и вызовы. Одной из таких задач является обеспечение огнестойкости несущих конструкций, от которой напрямую зависит безопасность и здоровье людей, находящихся в здании. В данной статье будут рассмотрены конструктивные мероприятия, позволяющие повысить огнестойкость железобетонных несущих конструкций, обеспечивающие надежность и долговечность зданий и сооружений.

Огнезащита конструкций является составной частью общей системы мероприятий по обеспечению пожарной безопасности и огнестойкости зданий и сооружений.

В истории нашей страны в последней четверти XX в. отмечалось возрастание количества пожаров. Вследствие воздействия высокой температуры и других негативных факторов пожара происходят разрушения и повреждения зданий и сооружений, технологического оборудования, гибель и травмирование людей, загрязнение окружающей среды, что существенно влияет на социальные и экономические показатели, и в целом на развитие экономики страны [1].

Анализ причин и последствий пожаров в зданиях различной степени огнестойкости показывает, что большинство пожаров происходит в малоэтажных зданиях, обладающих низкой степенью огнестойкости, построенных с применением горючих несущих и ограждающих конструкций. Из этого следует, что необходимо повышать фактические показатели огнезащиты; пределы огнестойкости строительных конструкций; снижать пожарную нагрузку помещений, пожарную опасность строительных и отделочных материалов, с учетом допустимой степени риска возникновения пожара и обрушения строительных конструкций в процессе огневого воздействия [2].

В число основных задач огнезащиты входят предотвращение возгорания материалов и ограничение предела распространения огня по ним, прекращение развития и локализация пожара, ослабление опасных

факторов пожара, обеспечение требуемых пределов огнестойкости строительных и ограждающих конструкций, расширение возможности применения новых прогрессивных материалов и проектных решений.

Для железобетонных конструкций огнестойкость утрачивается в основном из-за потери несущей способности (обрушения) или появления необратимой деформации, исключающей ее дальнейшую эксплуатацию, за счет снижения прочности, температурной ползучести теплового расширения бетона и арматуры при нагревании в условиях пожара [3].

Повышение фактических пределов огнестойкости железобетонных конструкций производится с целью обеспечения в течение определенного времени несущей и ограждающей способности, а также для того, чтобы они были пригодными к повторной нормальной эксплуатации после воздействия на них реальных пожаров и проведения соответствующего ремонта, что, как показывает практика, дает большой экономический эффект.

Повышение фактических пределов огнестойкости железобетонных конструкций можно достигнуть следующими способами:

- увеличением предела огнестойкости конструктивными методами в процессе их проектирования и изготовления с учетом реальных условий эксплуатации конструкции;
- обеспечением требуемых пределов огнестойкости путем нанесения теплозащитных покрытий;
- изменением условий обогрева при пожаре, в том числе с помощью применения защитных устройств типа подвесных потолков;
- применением вспучивающихся огнезащитных покрытий [4].

В качестве примера, рассмотрим конструктивные мероприятия по повышению огнестойкости несущих железобетонных конструкций для центрально-сжатых колонн с гибкой арматурой. Предел огнестойкости зависит от сечения, теплотехнических характеристик, коэффициента изменения прочности бетона при действии высоких температур и соответствующей ему критической температуры. Поэтому для увеличения пределов огнестойкости рекомендуются следующие решения:

- увеличение площади сечения колонны;
- выбор бетона с меньшим коэффициентом температуропроводности;
- снижение нагрузки на колонну;
- выбор бетона с более высокой критической температурой, что достигается подбором вяжущих веществ и соответствующих заполнителей для бетонов, а также применением жаростойких бетонов;
- изменение условий обогрева колонн [5].

В начальный период пожара на поверхности сечений колонн возникают дополнительные температурные сжимающие напряжения, что приводит к разрушению защитного слоя бетона и значительному снижению огнестойкости колонн. Это явление наиболее характерно для сжатых элементов из тяжелого бетона, изготовленного с использованием гранитного и кварцевого заполнителей. Менее заметно – в бетонах, изготовленных с использованием в качестве заполнителя известняка, керамзита и доменного шлака. Колонны из бетона на известняковом щебне обладают большей огнестойкостью (на 20 %), чем колонны на гранитном щебне. Это объясняется тем, что известняки разрушаются при температуре 800 °С, а кварц, входящий в состав гранита, начинает разрушаться уже при температуре 573 °С. Критическая температура для тяжелого бетона на гранитном заполнителе составляет 500 °С, а на известняковом заполнителе для конструкционного керамзитобетона – 600 °С [6].

Наиболее надежным способом обеспечения требуемого предела огнестойкости колонн является обеспечение совместной работы ядра сечения колонны и защитного слоя бетона при нагреве, что достигается установкой проволочной сетки между рабочей арматурой и поверхностью колонн (в защитном слое бетона) или установкой косвенного армирования в виде сеток по сечению колонны. Существенного увеличения огнестойкости колонн можно добиться путем увеличения процента армирования, а также перемещением части арматуры от периферии к центру. Отмечается, что при испытании на огнестойкость монолитных железобетонных колонн увеличение армирования на 5,76 % увеличило предел огнестойкости в 1,3 – 1,4 раза. Перемещение 50 % арматуры от периферии к центру увеличивает фактический предел огнестойкости в 1,5 раза.

Таким образом, предлагаемые выше способы огнезащиты железобетонных конструкций являются эффективным средством повышения предела огнестойкости, их можно использовать как при строительстве, так и при реконструкции зданий и сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Варламов А.А.. Железобетонные и каменные конструкции. Расчет огнестойкости железобетонных конструкций. Учебное пособие. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2014. – 128 с.
2. Быков А.В., Чмара Д.А. Повышение огнестойкости строительных конструкций с применением современных огнезащитных материалов и систем // Строительные конструкции. – 2017. – № 3. – С. 47-51.

3. Есипов С.М. Воздействие высоких температур на железобетонные конструкции // Сборник докладов VII Международного студенческого строительного форума. Белгород; Издательство: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. С. 10-13.

4. Марков И.Г., Кузнецов В.В., Семенов И.С. Основные методы повышения огнестойкости строительных конструкций // Строительный вестник. – 2016. – № 2. – С. 24-29.

5. Полевой В.А., Корсун А.П., Рудник В.П. Технические решения для повышения огнестойкости конструкций // Архитектура и строительное проектирование. – 2015. – № 2. – С. 92-99.

6. Зайцев В.А., Круглов А.А., Соколов В.М. Принципы проектирования огнестойких конструкций // Архитектура и строительство. – 2014. – № 5. – С. 38-43.

**Сбитнева Д.А., магистрант,
Чмилюк А.Е., магистрант,
Сапегина А.М., магистрант**

**Научный руководитель: ассистент
Булгакова И. Н.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ

Здания являются одними из самых крупных потребителей энергии в мире. Ежегодно строительные работы потребляют около 38% энергии. Кроме того, более 50% потребляемой энергии используется при непосредственной эксплуатации зданий (отопление, освещение, кондиционирование и т.д.) [1]. Таким образом, становится актуальным вопрос о построении рационального подхода к проектированию для повышения энергоэффективности домов на всех стадиях их жизненного цикла.

Жизненный цикл здания состоит из трех основных этапов: этап подготовки к строительству, этап строительства и этап эксплуатации. Для достижения наилучшего результата следует рассмотреть методы повышения энергоэффективности на каждом из данных этапов [2].

Этап подготовки к строительству включает в себя определенные операции (выбор строительной площадки, планировка участка, планировка здания, выбор строительных материалов).

Местоположение будущего здания определяет условия микроклимата, которые играют очень важную роль в энергоэффективности здания, поскольку это важно для изучения климатических показателей, таких как солнечная радиация, температура воздуха, циркуляция воздуха и влажность, которые влияют на затраты энергии. Местоположение здания и расстояние между другими зданиями должно быть определено таким образом, чтобы извлекать выгоду и защищать от возобновляемых источников энергии, таких как солнце и ветер [3]. В холодных регионах рекомендуется размещать здания на склонах холмов, а не в долинах. Такие склоновые участки не так подвержены влиянию холодного ветра, как долины.

Топография расположения здания важна из-за эффекта угла падения солнечной радиации, уклона и ориентации участка с точки зрения использования дневного света и естественной вентиляции, солнечной радиации.

Кроме того, хорошо известно, что южный склон теплее и имеет самый продолжительный вегетационный период в мире. При наличии возможности выбора участка южный склон по-прежнему является лучшим для большинства типов зданий. Низкие участки, как правило, прохладнее склонов, потому что холодный воздух стекает в них и скапливается там.

Высота здания приводит к дифференциации значений солнечной радиации. По мере того как мы поднимаемся над уровнем моря, мы наблюдаем увеличение значений солнечной радиации. Причина такого увеличения связана с атмосферными условиями, прозрачностью атмосферы и сокращением пройденного расстояния. Кроме того, с повышением высоты, температура воздуха снижается, что приводит к увеличению теплопотерь в здании [4].

Планирование участка является еще одним немаловажным пунктом на этапе подготовки к строительству. Расстояние между зданиями сильно влияют на энергетические показатели на этапе эксплуатации здания. Тот факт, что здание остается в затененном пространстве других зданий, влияет на использование солнечных лучей и увеличивает потребление энергии. Чтобы использовать солнечную радиацию, площадь помещений в зданиях должна быть не меньше самой высокой точки затенения других зданий.

Ориентация здания влияет на соотношение усиления солнечной радиации сторон здания, следовательно, на общее усиление солнечной радиации здания. Кроме того, сторона зданий влияет на силу ветра, следовательно, на возможность естественной вентиляции и величину теплопотерь из-за конвекции и недостатка воздуха. По этой причине, в соответствии с потребностями выбранного региона, здания должны быть ориентированы таким образом, чтобы обеспечивать рациональное необходимое воздействия солнца и ветра [3].

Форма здания является значительным фактором, влияющим на энергоэффективность здания. Теплопотери здания напрямую зависят от соотношения поверхностей, составляющих окружающую среду, к объему [4].

Так, в холодных климатических регионах следует использовать компактные формы, которые сводят к минимуму часть теплопотерь. В регионах с жарким и сухим климатом следует использовать компактные формы и внутренние дворики, которые сводят к минимуму теплоотдачу и помогают создать затененные и прохладные жилые помещения. В регионах с жарким и влажным климатом используются длинные и тонкие формы, длинная сторона которых ориентирована в направлении преобладающего ветра, что обеспечивает максимальную перекрестную вентиляцию.

Внешняя оболочка здания выполняет роль фильтра между внутренними и наружными условиями, контролируя поступление воздуха, тепла, холода и света. Ограждающие конструкции здания должны сводить к минимуму теплопотери зимой и прирост тепла летом.

Физические и конструктивные характеристики строительных компонентов, таких как стены, окна, полы и двери, которые составляют внешнюю оболочку здания, оказывают значительное влияние на энергопотребление здания. Тепловые характеристики, толщина и цвет материалов, используемых в этих компонентах, играют значительную роль в регулировании теплопотерь здания [4].

Окна должны проектироваться такой величины, при которой будет обеспечено достаточное естественное освещение (площадь окна должна составлять не менее 15% площади помещения). Кроме того, показатели прозрачности светопрозрачных конструкций и их количество должны быть выбраны в соответствии с климатическим районом строительства. В зонах с жарким и влажным климатом, принимая необходимые меры предосторожности, следует проектировать большие оконные проемы для улучшения циркуляции воздуха в помещении. В холодных климатических зонах следует использовать небольшие окна с

небольшим количеством стекол. Кроме того, для обеспечения благотворного воздействия солнечного излучения, оконных проемов на южном фасаде должно быть больше, чем на других.

Выбор строительных материалов для будущего здания также должен быть определен в соответствии со всеми требованиями энергоэффективности. Теплоизоляционные характеристики материалов должны соответствовать климатическим особенностям выбранного региона строительства.

Использование возобновляемых источников энергии является одним из основных методов энергоэффективного проектирования. Возобновляемые источники энергии (солнце, ветер, биомасса, биогаз, геотермальная энергия, гидроэнергия, древесина, термальная энергия океана, морские течения) – это энергетические ресурсы, которые могут использоваться всеми живыми существами на земле и считаются неисчерпаемыми благодаря их постоянному обновлению [5]. Извлекать выгоду из возобновляемых источников энергии можно пассивными и активными методами. К пассивным методам относится: пассивное отопление и пассивное охлаждение и вентиляция. Активными методами являются: использование систем солнечной энергетики и фотоэлектрических систем в зданиях; использование геотермальной и водородной энергии.

Следующим этапом жизненного цикла здания является строительство. Данный этап включает строительные работы и эксплуатацию здания. Для достижения наибольшей энергоэффективности на данном этапе, следует использовать современные технологии строительного производства, основанные на минимальном потреблении энергии и экономичном оборудовании.

Последним жизненным этапом здания является снос здания, его утилизация. На данном этапе следует перерабатывать строительные материалы для дальнейшего их использования в другом строительстве. В таком случае вторичное применение уже использованных переработанных строительных материалов вместо их разрушения поможет сохранить важные энергетические ресурсы, такие как энергия, вода и сырье.

Таким образом, можно сказать, что здания обладают огромным потенциалом в области энергоэффективности, и чтобы реализовать этот большой потенциал, необходимо принять некоторые нормативные акты и инициативы по повышению эффективности зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Научные основы проектирования энергоэффективных зданий // АВОК.- 1998.- № 1.
2. Ефремов В. В. "Энергосбережение" и "энергоэффективность": уточнение понятий, система сбалансированных показателей энергоэффективности // Известия Томского политехнического университета. – 2007. – С. 146-148.
3. Смоляго Г. А. Возможности совершенствования качеств наружных стен при возведении и эксплуатации малоэтажных «пассивных» домов / Г. А. Смоляго, А. В. Дронова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. № 2. С. 12-15.
4. Энергоэффективность зданий в России. методы повышения энергоэффективности зданий / Н. С. Малетина, В. С. Петушков, Г. С. Тынрин, И. А. Аполлонов // Актуальные вопросы науки и образования: сборник статей XIII Международной научно-практической конференции, Пенза, 10 сентября 2021 года. – Пенза: Наука и Просвещение, 2021. – С. 39-41.
5. Литвак В.В. Основы регионального энергосбережения. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – 300 с.

Шевцова А.В., студент

Научный руководитель: ст. преп.

Глухова Л.Р.

Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, г. Орёл, Россия

«ЗЕЛЕНОЕ» СТРОИТЕЛЬСТВО: СОЗДАНИЕ КОМФОРТНОЙ, БЕЗОПАСНОЙ И ЗДОРОВОЙ СРЕДЫ

В России в последние годы набирает обороты такое направление проектирования, строительства и эксплуатации зданий как зеленое строительство, поскольку страна стремится решать свои экологические проблемы и двигаться к более «зеленому» будущему. «Зеленое» строительство – это концепция строительства, направленная на снижение воздействия зданий на окружающую среду за счет использования устойчивых материалов, внедрения энергоэффективных технологий и создания пространств, способствующих укреплению здоровья и благополучия. Целью «зеленого» строительства является создание зданий, которые являются энергоэффективными,

экологически ответственными и экономичными, обеспечивая при этом безопасную и здоровую окружающую среду для людей.

«Зеленое» строительство заключается в поиске свежих подходов к работе с устоявшимися техническими решениями и внедрение новых разработок. Процессы «зеленого» строительства определяют абсолютно новые требования к эксплуатационным характеристикам материалов, конструкций, функционированию систем. В рамках стратегии экологизации строительства инженеры ищут решения по созданию «здоровых» зданий с меньшим воздействием на человека и окружающую среду [1, 2].

Модель «зеленого» строительства основывается на следующих принципах:

1. Выбор места. Первым шагом в «зеленом» строительстве является выбор участка, подходящего для предполагаемого использования. Участок должен быть доступен для общественного транспорта, иметь доступ к чистой воде и чистоту воздуха. Площадка также должна быть свободной от загрязнения и не должна располагаться в пойме или в зоне, подверженной стихийным бедствиям.

2. Энергоэффективность. Модель «зеленого» строительства делает упор на энергоэффективность. Здание должно быть спроектировано таким образом, чтобы свести к минимуму потребление энергии и, по возможности, должно использовать возобновляемые источники энергии. Энергосберегающие технологии, такие как солнечные панели, геотермальное отопление и системы охлаждения, а также энергоэффективное освещение должны быть включены в проект.

3. Водосбережение. Еще одним важным принципом «зеленого» строительства является водосбережение. Здание должно быть спроектировано таким образом, чтобы свести к минимуму потребление воды и использовать водосберегающие устройства и приборы. Системы сбора дождевой воды также могут быть включены в конструкцию для сбора дождевой воды для непитьевых целей, таких как орошение и смыв туалетов.

4. Экологичные материалы. Модель «зеленого» строительства основывается на использовании экологически чистых материалов. Такие материалы, как бамбук, переработанный пластик и переработанная древесина, могут использоваться для снижения воздействия здания на окружающую среду. Материалы должны быть получены от местных поставщиков, где это возможно, чтобы уменьшить транспортные выбросы.

5. Качество воздуха в помещении. Модель «зеленого» здания предназначена для повышения качества воздуха в помещениях. Здание должно быть спроектировано таким образом, чтобы свести к минимуму использование токсичных материалов и обеспечить достаточную вентиляцию. Следует использовать экологически чистые строительные материалы и продукты с низким содержанием летучих органических соединений (ЛОС), чтобы свести к минимуму риск воздействия вредных химических веществ.

«Зеленое» строительство имеет ряд преимуществ, в том числе:

1. Снижение воздействия на окружающую среду. «Зеленое» строительство снижает воздействие здания на окружающую среду за счет использования экологичных материалов, энергоэффективных технологий и конструкций, способствующих экологической ответственности.

2. Снижение эксплуатационных расходов. «Зеленое» строительство может снизить эксплуатационные расходы за счет минимизации потребления энергии и воды. Энергосберегающие технологии также могут со временем снизить затраты на техническое обслуживание.

3. Улучшение качества воздуха в помещении. «Зеленое» строительство способствует повышению качества воздуха в помещении благодаря сведению к минимуму использования токсичных материалов и обеспечения надлежащей вентиляции. Это может привести к улучшению здоровья и благополучия жильцов.

По всему миру «зеленое» строительство уже набирает обороты и обретает свои стандарты качества, находя способы интеграции с современными технологиями – например, таких как BIM-технологии. Тем не менее, есть еще несколько проблем, которые необходимо решить, чтобы практика зеленого строительства стала широко распространенной и эффективной у нас в стране.

Одной из основных проблем, стоящих перед «зеленым» строительством в России, является отсутствие осведомленности и образования в отношении методов устойчивого строительства. Многие архитекторы, инженеры и специалисты в области строительства не знакомы с экологически чистыми строительными материалами и концепциями дизайна, что может помешать внедрению методов данного строительства.

Еще одной проблемой является высокая стоимость экологически чистых строительных материалов и технологий. Многих застройщиков и домовладельцев отпугивают более высокие первоначальные затраты

на экологически чистые методы строительства, что может не оправдать инвестиции. Однако важно отметить, что «зеленые» здания могут обеспечить значительную долгосрочную экономию средств с точки зрения энергоэффективности и снижения затрат на техническое обслуживание.

В дополнение к этим проблемам существуют также нормативные барьеры, которые могут препятствовать росту зеленого строительства в России. В настоящее время в стране отсутствует комплексная система сертификации «зеленых» зданий, что может затруднить для застройщиков и домовладельцев понимание воздействия их зданий на окружающую среду. Также не хватает государственных стимулов и субсидий для поощрения внедрения методов зеленого строительства [3].

Несмотря на эти проблемы, есть несколько решений, которые могут способствовать развитию «зеленого» строительства в России. Одним из решений является повышение осведомленности и обучения методам устойчивого строительства с помощью учебных программ и семинаров. Это может помочь архитекторам, инженерам и другим специалистам в строительстве понять преимущества экологически чистых строительных материалов и концепций дизайна, а также способствовать использованию этих методов в своих проектах.

Еще одно решение – разработать комплексную систему сертификации «зеленых» зданий в России. Что поможет предоставить четкие рекомендации и стандарты для экологически безопасного строительства, а также упростить для застройщиков и домовладельцев понимание воздействия их зданий на окружающую среду. Разработка систем рейтинга экологически чистых зданий, таких как LEED или BREEAM, может способствовать внедрению методов устойчивого строительства.

Наконец, государственные стимулы и субсидии могут сыграть значительную роль в продвижении «зеленого» строительства в России. Они могут включать налоговые льготы или скидки для застройщиков и домовладельцев, которые используют экологически чистые методы строительства в своих проектах. Кроме того, государственное финансирование исследований и разработок в области экологически чистых строительных технологий может способствовать внедрению инноваций и снижению стоимости экологически чистых строительных материалов и технологий.

В заключение, «зеленое» строительство – это концепция строительства, в которой особое внимание уделяется устойчивости,

энергоэффективности и экологической ответственности. Модель «зеленого» строительства основана на принципах выбора участка, энергоэффективности, экономии воды, экологичных материалов и качества воздуха в помещении. «Зеленое» строительство предлагает ряд преимуществ, в том числе снижение воздействия на окружающую среду, снижение эксплуатационных расходов, улучшение качества воздуха в помещении и повышение стоимости недвижимости [4, 5].

«Зеленое» строительство в России может помочь решить экологические проблемы страны и двигаться к более устойчивому будущему. Тем не менее, есть несколько проблем, которые необходимо решить, чтобы практика зеленого строительства стала широко распространенной и эффективной. Повышая информированность и образование, разрабатывая комплексную систему сертификации и предоставляя государственные стимулы и субсидии, Россия может способствовать внедрению экологически безопасных методов строительства и прокладывать путь к более экологичному будущему.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Панасенко Нина Андреевна. Перспективы развития "зеленого" строительства в России в современных условиях.// Экономические науки. №44-3. 2016.

2. Долаева, З. Н. Экологическое строительство / З. Н. Долаева, А. М. Капланова. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2022. – № 47 (442). – С. 60-62. – URL: <https://moluch.ru/archive/442/96742/> (дата обращения: 01.11.2023)

3. Бабкин А.В., Курчиева Г.И., Апрелова Л.А. Проблемы зеленого строительства в условиях реализации концепции здорового города // *π-Economy*. 2022. Т. 15, № 2. С. 59–78.

4. Lian Pritchett, What is sustainable architecture? The future of «green» buildings, explained // Livekindly [Электронный ресурс]. URL: <https://www.livekindly.co/what-is-sustainablearchitecture/amp/> (дата обращения: 31.10.2023).

5. The countries with the most green buildings // US EPA [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bdcnetwork.com/countries-most-green-buildings> (дата обращения: 31.10.2023).

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**Биленко Г.Р., аспирант,
Волченкова В.Н., аспирант**

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.

Бахтин А.С.

*Институт «Академия строительства и архитектуры»
Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского,
г. Симферополь, Россия*

БЕТОН НА ИСКУССТВЕННОМ ЗАПОЛНИТЕЛЕ ИЗ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ШЛАКОВ, ПОЛУЧЕННОМ МЕТОДОМ ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ КАРБОНИЗАЦИИ

В условиях резкого роста нестабильности в мировой экономике и усиления признаков истощения природных ресурсов все более отчетливо звучит призыв к новой экономической модели. В процессе эволюции и диверсификации промышленная экономика почти никогда не выходила за рамки одной основной характерной черты, приобретенной ею на заре индустриализации: линейной модели потребления природных ресурсов, которая следует принципу take – make – waste (создать – использовать – утилизировать). Промышленная революция в XVIII – XIX в. научила думать людей, что ресурсы безграничны, и поэтому их стали использовать в огромных количествах. Однако, такая модель производства и потребления в итоге привела к экологическим и климатическим проблемам в региональном и мировом масштабах.

Таким образом, с практической точки зрения проблема перехода к инновационным природосберегающим технологиям производства и потребления для большинства индустриально развитых стран мира является чрезвычайно актуальной. Такой переход соответствует концепции экономики замкнутого цикла (ЭЗЦ).

В последние годы в России были приняты законодательные нормы, стимулирующие переход к экономике замкнутого цикла и формирование соответствующей инфраструктуры. В 2017 г. была принята «Стратегия экологической безопасности России до 2025 года», в 2018 г. была утверждена «Стратегия развития промышленности по

обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления», стимулирующая вовлечение в производственный цикл различного вторичного сырья. В январе 2019 г. вступили в силу нормы Федерального закона № 219-ФЗ, направленного на совершенствование системы регулирования в области охраны окружающей среды и внедрение наилучших доступных технологий. Анализ указанных документов позволяет определить, что в перечне перспективных секторов экономики, которые могут оказать наибольший эффект в переходе к ЭЦ, есть индустрия производства строительных материалов и изделий, в части ресурсосбережения и использования различного вторичного сырья.

В современном строительстве одним из самых массовых строительных материалов является бетон. Важнейшим компонентом бетонов, занимающим наибольший объем в их составе (до 80 %) и во многом определяющим их строительно-технические свойства и назначение, являются разнообразные заполнители. При этом, в производстве бетонов в основном используют природные плотные заполнители (щебень, гравий), а вовлечение в производственный цикл вторичного сырья – отходов производства основного продукта, является крайне низким. Например, направляется в отвалы предприятий большая часть сталеплавильных (мартеновские, конвертерные, электросталеплавильные) шлаков, имеющих склонность к различным видам распада (силикатный, известковый, магнезиальный, железистый и марганцевый) ввиду чего интерес к их использованию в производстве бетонов крайне ограничен. Одним из вариантов решения проблемы стойкости сталеплавильных шлаков против указанных видов распада и расширения диапазона их использования в производстве строительных материалов, может быть их принудительная карбонизация.

В последнее десятилетие наблюдается устойчивый рост количества исследований, связанных с формированием безопасной и комфортной среды жизнедеятельности [1]. Исследования по изучению принудительной карбонизации различных шлаков показали, что шлаки обладают высокой реакционной способностью к принудительной карбонизации (карбонатное твердение), а продукты карбонизации (карбонаты кальция/магния, гидраты силиката кальция) являются основными фазами, обладающими вяжущими свойствами и отвечающими за формирование эксплуатационных характеристик получаемого искусственного камня [2, 3]. Установлено, что после процесса искусственной карбонизации шлаков, содержащих в особенности β - C_2S и γ - C_2S существенно уменьшается общая

пористость, а также появляется значительное количество замкнутых пор. Также выявлено что искусственная карбонизация шлаков способствует образованию как связанной пористости в опытных образцах, так и замкнутой в результате чего существенно изменяются свойства карбонизированного камня. Формирование различной пористости зависит главным образом от соотношения в шлаке полиморфных модификаций белита и условий протекания процесса принудительной карбонизации. Количественно общая пористость уменьшается на 34-76 % в зависимости от времени карбонизации. При этом в основном уменьшается количество макропор, тогда как количество микро и мезопор увеличивается за счет образования кристаллов карбоната кальция и магния наноразмерного уровня [4-7].

Для исследования использовали электросталеплавильный шлак АО «Оскольский электрометаллургический комбинат имени А.А. Угарова», г. Старый Оскол (далее шлак ОЭМК) и конвертерный шлак ОАО «Череповецкий металлургический комбинат», г. Череповец (далее шлак ЧерМК). Для получения сырцовых гранул искусственного заполнителя был применен метод грануляции увлажненного тонкомолотого порошка исследуемых шлаков, размолотого в лабораторной шаровой мельнице до удельной поверхности $270 \text{ м}^2/\text{кг}$. Грануляцию полученных порошков шлаков проводили в лабораторном тарельчатом грануляторе. Принудительную карбонизацию полученных гранул проводили в лабораторной карбонизационной камере в течение 6 часов в газо-воздушной среде с концентрацией CO_2 порядка 80 % об. После завершения времени карбонизации гранулы высушивали до постоянной массы и определяли их физико-механические характеристики. Общий вид полученного карбонизированного заполнителя из шлаков проб ОЭМК и ЧерМК представлен на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид карбонизированного заполнителя:
a – из шлака ОЭМК; *б* – из шлака ЧерМК

Результаты определения некоторых физико-механических характеристик карбонизированного заполнителя из сталеплавильных

шлаков, показали следующие данные (для проб ОЭМК / ЧерМК соответственно):

– средняя плотность гранул – 2,1 / 2,6 г/см³; общая пористость гранул – 33,8 / 22,8 %; насыпная плотность – 1170 / 1425 кг/м³; количество связанного СО₂ – 7,8 / 5,2 % мас. Результаты определения потери массы при испытании на дробимость и определение марки по дробимости в соответствии с ГОСТ 3344 (для проб ОЭМК / ЧерМК соответственно):

- марка по дробимости для фракции 5-10 мм – М1000 / М1200;
- марка по дробимости для фракции 10-20 мм – М600 / М800.

Для апробирования возможности использования полученного гравия в качестве заполнителя для тяжёлого бетона были изготовлены две серии образцов-кубов с размером ребра 100 мм из тяжёлого бетона на цементном вяжущем (ЦЕМ I 42,5Н) и образцов гравия из сталеплавильных шлаков проб ОЭМК и ЧерМК. Составы бетонных смесей подобраны с учётом подвижности П4 и получения бетонов класса по прочности на сжатие В25. Макроструктура бетона в поперечном разрезе и результаты испытаний опытных бетонных образцов-кубов на основе искусственного карбонизированного гравия представлена на рис. 2 и приведены в табл. 1.

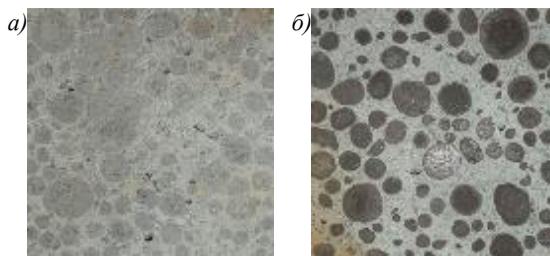


Рис. 2. Макроструктура бетона на поперечном разрезе образцов кубов на основе карбонизированного гравия из шлаков: *а* – шлак ОЭМК; *б* – шлак ЧерМК

Как видно из результатов испытаний (табл. 1) из исследуемых шлаков возможно получать тяжелые бетоны класса В25. Бетон на основе гравия из шлака пробы ЧерМК обладает более высокими показателями плотности и прочностью на сжатие в сравнении с образцами бетона на основе гравия из шлака пробы ОЭМК, что объясняется более высокими физико-механическими свойствами гравия из шлака ЧерМК.

Таблица 1

**Свойства образцов-кубов из бетона на основе искусственного
принудительно карбонизированного гравия из исследуемых
шлаков**

Вид гравия	Условия твердения	Свойства бетона в возрасте 7 сут			Свойства бетона в возрасте 28 сут	
		средняя плотность, кг/м ³	прочность на сжатие, МПа	фактический класс бетона на сжатие В _ф	прочность на сжатие, МПа	класс бетона В
Шлак	ТВО	2270	24,3	19,0	32,6	25
ОЭМК	Естествен.	2270	22,9	17,8	30,7	22,5
Шлак	ТВО	2430	25,5	19,8	34,2	25
ЧерМК	Естествен.	2400	28,2	21,9	37,8	25

Полученные результаты экспериментальных исследований подтверждают возможность получения качественного искусственного гравия из сталеплавильных шлаков, пригодного для использования в качестве заполнителей для тяжелого бетона, дорожного строительства и других видов строительных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. D. Kannan, Role of multiple stakeholders and the critical success factor theory for the sustainable supplier selection process, *Int. J. Prod. Econ.* 195 (2018), 391–418.
2. Marijn Antoine Boone, Peter Nielsen, Tim De Kock, Veerle Cnudde Monitoring of stainless-steel slag carbonation using X-ray computed microtomography. *Environmental Science & Technology* 48(1):674-80, January 2014.
3. Zaid Ghouleh, Rodrick I.L.Guthrie, Yixin Shao High-strength KOBM steel slag binder activated by carbonation. *Construction and Building Materials* Volume 99, 30 November 2015, Pages 175-183.
4. P. S. Humbert, J. P. Castro-Gomes, H. Savastano, Clinker-free CO₂ cured steel slag based binder: Optimal conditions and potential applications. *Construction and Building Materials*, Volume 210, 20 June 2019, Pages 413-421.
5. Karen L.Scrivener, Vanderley M.John, Ellis M.Gartner, Eco-efficient cements: Potential economically viable solutions for a low-CO₂ cement-based materials industry. *Cement and Concrete Research*, Volume 114, December 2018, Pages 2-26.
6. Pedro S. Humbert, João Castro-Gomes, CO₂ activated steel slag-based materials: A review. *Journal of Cleaner Production*, Volume 208, 20 January 2019, Pages 448-457.
7. Zaid Ghouleh, Roderick I. L. Guthrie, Yixin Shao, Production of carbonate aggregates using steel slag and carbon dioxide for carbon-negative concrete. *Journal of CO₂ Utilization*, Volume 18, March 2017, Pages 125-138.

Долгих В.Д., магистрант,
Банников М.А., магистрант

Научный руководитель: канд. техн. наук, проф.
Кочерженко В.В.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ФАСАДНЫХ ОБЛИЦОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Появление новых методов проектирования и строительных технологий позволяет разрабатывать уникальные и нестандартные фасадные решения с использованием компьютерных технологий, 3D-печати элементов фасада и 3D-моделирования сложных аморфных и криволинейных фигур [1].

Главными составляющими визуального образа здания через городскую среду восприятия являются фасадные материалы, потому что их используют для отделки видимой поверхности плоскости фасада.

Структурно-архитектурный образ объекта – коммуникативный процесс, взаимодействие людей и объектов, состоящий из нескольких слоев, контролируемый семиотическими механизмами [2]. Отсюда связь между человеком и более крупным изображением, частично происходит за счет средств выразительности фасадных материалов, имеющих художественные особенности и качество своей поверхности.

Главные характеристики отделочных материалов для формирования фасадного решения:

- физические свойства поверхности материалов;
- влияние на визуальное восприятие архитектурного образа.

Все основные группы материалов были подвергнуты анализу: камень, кирпич, бетон, керамика, дерево, металл, гипс, стекло и синтетические материалы [3].

Кирпич, камень и керамика - все эти материалы сочетаются тем, что они используются в качестве тканевых элементов, которые образуют твердое тело. В настоящее время тканевые фасады имеют индивидуальный и творческий вид. Кладка кирпича и камня может выполняться строгим одноплоскостным расположением или сложной геометрической формой, уложенной разнообразными сторонами штучного элемента, образуя узорчатые типы перевязок. Дополнительное художественное разнообразие вносит разработка швов кладки. Их обрабатывают механически, изменяя геометрию видимой части, крапляют каменную крошку или окрашивают.

Разнообразие достигается за счет рустовки профилей колонн и фасада. В стене также используется каменная кладка из различных экземпляров неправильной формы, материал, обработанный или извлеченный из породы во время добычи полезных ископаемых неизменяемая (естественная) форма [4].

Кладка фасада возможна с использованием гравия с целью создания декоративных рисунков, геометрического оформления ребер камень (резка, шлифовка) и детализации поверхности камня, механическая обработка (рис. 1).



Рис. 1. Примеры механической обработки камня

Благодаря возможности глазурирования керамики, в процессе изготовления можно получить поверхность разнообразной структуры: плоскую, фактурную, глянцевую, матовую, и при этом придать любое цветовое решение и нанесение текстуры, а также создать профилированные формы для декорирования.

Таким образом, разнообразие архитектурно-художественных решений отделок фасадов штучными материалами, достигается укладкой в разные стороны, различными цветовыми решениями, нестандартной обработкой швов, природным разнообразием камня (фактура, рельеф).

Однако, стоит отметить огромное количество способов механического изменения, каменные и керамические поверхности от шлифовки и полировки до сколов, дробления и распила.

Бетон и штукатурка. Бетон – это искусственный камень, материал сборный или монолитный. При формировании монолитного бетона, возможно использование разных форм, материалов и текстуры поверхности [5].

Таким образом, бетон открывает широкие архитектурные и художественные возможности для оформления фасадов, как при изготовлении на производстве, так и в процессе строительства, создавая текстуры поверхности благодаря технологическим особенностям монтажа.

Штукатурка, используемая в декоративных целях, может образовывать фрески, а также образовывать каменную поверхность, благодаря добавлению в раствор мелких камешков. В настоящее время основная художественная особенность декоративной обработки

штукатуркой – это формирование фактуры при нанесении средства на поверхность и последующее окрашивание [6].

Дерево. В настоящее время древесину используют для лепки. Такие фасадные решения не столь популярны при массовом строительстве мегаполиса, но в то же время, благодаря простоте формирования, существует несколько вариантов использования дерева в качестве покрытия: полудеревянная рама, расположенная на видимой внешней стороне фасадной плоскости, сруб из строганного бревна, обшивка досками и деревянные панели различной формы. В этом случае возможны разные варианты направления рисунка деревянных элементов.

Помимо возможности создать деревянную облицовку любой формы и большое разнообразие натуральных фактур, есть возможность их раскрашивать в разные цвета или покрывать лаком для придания блеска и подчеркнуть естественную структуру изображения. Также следует отметить, что декоративные детали изготавливаются из деревянных брусьев разного размера.

Таким образом, природная уникальность деревянных материалов предоставляет широкие архитектурные и художественные возможности для создания формы и подбор размеров фасадных элементов [7].

Стекло. Следуя тенденции развития строительных технологий бурный рост строительства офисных и административных зданий, стекло становится своего рода стандартом для наполнения фасадов.

В настоящее время архитектурная тенденция современных строительных решений заключается в использовании конструктивной фасадной системы типа навесной стены, и стекло не является исключением. Крепление стеклянных стен: стена с точками опоры, блочная стена, навесная стена со скрытой рамой и подвесная стена с открытой рамой. Таким образом, архитектурно-художественные возможности стекла представлены главным образом разнообразием конструктивного исполнения (размер, форма, способ крепления), их направлением и членением, углом размещения, способности стекла гнуться по сложной форме, особенностями структуры поверхности стекла (прозрачность, зеркальность, матовость или тонирование) и импостов (цвет, фактура) [8].

Металлы. Этот материал имеет широкие возможности придание формы искусственного элемента, с помощью которого отделяется поверхность фасада, а также различные конструктивные особенности, благодаря механической и анодной обработке (текстура, цвет, способность отражать свет). Металлические листы могут облицевать фасад классической строгой геометрией.

Синтетические и композиционные материалы. Прежде всего главным преимуществом этих материалов является их большое разнообразие формы и структуры поверхности, связанные с их

искусственным происхождением, то есть свойства материала, могут иметь существенное значение управлять стадией производства и адаптировать их к потребностям дизайна фасада. Искусственные материалы в основном представлены пластиковым сайдингом. Сайдинг – это длинные искусственные панели, образно они похожи на деревянный брусок или обрешетку. Панельные материалы представлены в основном вариацией композитных панелей из пластика и алюминия. Текстильные мембраны и пленки представляют собой класс материалов, способных создавать гибкие сложные геометрические формы, и, как правило, используются для покрытия больших пространств [9]. Благодаря гибкости материала, главным инструментом архитектурной выразительности является форма и расположение конструкций, которые покрывает мембрана или пленка, что позволяет получить сложный визуальный образ.

По результатам анализа определены свойства поверхности материалов и создаваемых ими форм, а также способы изменения при сочетании этих свойств, а также однотипных материалов между собой и нанесении определенного состава. Определяются следующие свойства поверхности: материалы и способы их модификации: цвет (окрашивание), фактура, текстура, рельеф (шлифовка), зеркальный финиш (полировка), матовый финиш (лощение) и прозрачность (тонирование). Вместе с тем, выявлены свойства материалов и формы: геометрическая форма материала и его гибкость (способность принимать сложные формы); изменяемые свойства поверхности - перфорация и гравировка; изменение геометрии материала – скалывание, дробление.

Таким образом, физические свойства формы и поверхности превращаются в инструменты для формирования плоскости фасада. В них включены архитектурные возможности материалов, возможность обслуживания конструктивно разнообразной установки, ровность фасада и геометрическая гибкость самого материала, следующие по направлению развития формы (прямолинейные, криволинейные и сложные).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулейманова Л. А., Fang Jin, Баклаженко Е. В., Ладик Е. И. Современные материалы и технологии отделки фасадов при реконструкции и реновации жилого фонда // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова, 2018 № 11. С. 21-31.
2. Кочерженко В.В. Выбор подходящего способа штукатурных работ для строительных объектов // Сборник докладов Международного студенческого строительного форума. БГТУ им. В.Г.Шухова., Белгород: Издательство БГТУ. 2019. С. 192-194.

4. Бадьин Г. М., Верстов В. В., Лихачев В. Д., Юдина А. Ф. Строительное производство: основные термины и определения: учеб. пособие. – 2-е изд. – СПб.: СПбГАСУ. 2011. 324с.
5. Лесовик В. С., Алфимова Н. И. Технология отделочных, кровельных и гидроизоляционных строительных материалов и изделий // Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. 68 с.
6. Е.В. Салтанова, В.В. Кочерженко, Е.С. Глаголев Современные технологии в строительстве. Отделка и ремонт зданий. Белгород: Издательство БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. 102 с.
7. Раппапорт, А. Г. К пониманию архитектурной формы. Диссертация на соискание ученой степени доктора искусствоведения, представленная в форме научного доклада // Москва: 2000. 350 с.
8. Любин Н. С., Герасимова В.О., Северин А.В. Строительные мембраны, используемые в современных фасадах зданий // Инженерный вестник Дона, 2019, № 1. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_232_liubin_gerasimova_severin.pdf 185404194 9.pdf.
9. Микульский и др. Строительные материалы (Материаловедение. Строительные материалы): Учеб. Издание. Москва: Издательство Ассоциации строительных вызов, 2004. 536 с.

Долженков К.В., магистрант

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.

Поздняков А.Л.

Курский государственный университет, г. Курск, Россия

О ДЕРЕВЯННОМ ЗОДЧЕСТВЕ В РОССИИ

Деревянное строительство в России зародилось очень давно. Это подтверждается множеством исторических записей о подлинных произведениях самобытного русского искусства. Еще в V в. византийский дипломат, историк и писатель Приска Понтийский упоминал о дворце Атиллы на Дунае, который был построен из бревен и окружен деревянной оградой, причем не в целях безопасности, а ради красоты.

В X в. на Руси возводились превосходные жилые строения из дерева с различными вариациями наличников и украшений. Архитектура таких домов всегда отличалась своеобразием и красотой. Особое искусство работы с деревом позволило русским мастерам создать великолепные памятники зодчества, не используя гвоздей и вспомогательных крепежей, как например 22-главая Церковь

Преображения Господня в Кижях, демонстрируя высокое мастерство и культуру умения работы топором.

Русь всегда была богата лесными породами, активно используемыми в строительстве жилых домов и других зданий, а также кораблестроения. Большинство храмов, которые сохранились и по сей день - построены из дерева, причем вплоть до XIX в. на Руси, строили без гвоздей, но с применением деревянных нагелей [1-3].

На протяжении многих веков дерево было основным строительным материалом, как на Руси, так и во всем мире. И это связано не только его доступностью и дешевизной, но и качествами, свойственными деревянному дому.

Основное достоинство домов из дерева – это высокий микроклимат [4].

Новые технологии в строительстве довольно долго не могли потеснить дерево. Достаточно вспомнить жесткие административные меры Петра I, направленные на то, чтобы хотя бы центр Санкт-Петербурга построить в камне. Только на рубеже XIX-XX вв. с появлением современных конструкционных материалов, дерево уступило свои позиции в строительстве.

Из древесины строили все: от обычного деревянного штaketника до храмов, царских хором и крепостей. Простые формы исторического жилья и строительные приемы свидетельствуют о незаурядном мастерстве русских зодчих, которое оттачивалось веками. Искусство домостроения передавалось по наследству из поколения в поколение. В наше время на территории России можно лицезреть разнообразные деревянные строения, которые представляют собой настоящее произведение искусства. В связи с тем, что территории России обширны, строительство жилья охватывает различные климатические зоны, оказывающие влияние на тип строений. Поэтому архитектура домов существенно меняется в зависимости от региона.

Работа наших предков поражает своим мастерством. Деревянные постройки собирали из срубов без единого гвоздя, используя лишь разнообразные плотницкие приемы. При помощи топора выполняли практически все работы: от рубки леса до резных элементов, украшающих фасады. Дело в том, что еще в далекие времена было замечено, что бревна, обработанные топором, менее подвержены увлажнению и загниванию.

На территориях с лесной местностью, для жилья брали исключительно хвойные породы дерева, куда реже применялись лиственные. Срубные постройки вкапывали в землю, а сверху крышу засыпали грунтом. Такие помещения отапливались печками-

каменками, дым от которых выходил через отверстия в стене или крыше, окна или двери. Проемы в стенах делали невысокими, чтобы по максимуму сократить потери тепла. Небольшие окна не нарушали эту связь, их вырубали на полбревна вверх и вниз в смежных бревнах. Изнутри окна запирались деревянной затворкой. Спустя время эти окна начали закрывать с помощью слюды и лишь в XVIII-XIX веках применили стекло. Дверные проемы загораживали полотнами из досок, получаемых при раскалывании бревна. Полы в таком доме обычно были глиняными.

В регионах с долгими снежными зимами дома старались поднять как можно выше над уровнем земли, чтобы защитить сруб от влаги.

Новые технологичные обработки древесины способствовали образованию целой группы прославленных резчиков по дереву, среди которых особенно узнаваемы были мастера с русского Севера, Урала, Сибири и Поволжья. Резьба на оконных наличниках сочеталась с росписью, подчеркивая индивидуальность каждой постройки. Мотивами резьбы служили цветы, злаки, животные и птицы. Основные украшения размещали на фасадах, конструктивных элементах кровли (коньках), оконных наличниках и ставнях, резьбой украшали крыльцо. Резьба использовалась не только для украшения экстерьера дома, но и в его интерьере. Искусство резчика передавалось из поколения в поколение и сохранило до наших дней традиции русской деревянной архитектуры.

Рубленые дома успешно конкурировали с каменными постройками в течение многих столетий. Но в первой половине прошлого века разруха, вызванная гражданской войной, поставила перед строителями задачу: найти более дешевую альтернативу. И в Ленинграде освоили производство сборно-разборных щитовых деревянных домов по образцу изделий Швеции и Финляндии. Доступность и сжатые сроки строительства таких домов привлекли немало поклонников.

Имидж деревянных домов ухудшился в послевоенный период. Нужда, нехватка строительных материалов, большая потребность в жилье привели к дешёвым методам строительства и наспех построенному жилью. Недостаток и даже почти полное отсутствие теплоизоляции, а также негерметичные наружные стены привели к огромному перегреву летом и невыносимому холоду зимой при неприятной низкой влажности воздуха и холодных наружных стенах.

В XX в. отрицательное отношение к использованию древесины зародилось из-за веры в прогрессивность индустриализации. В

строительстве стали использовать современные строительные материалы, такие как бетон, сталь.

XXI в. поставил перед строителями совершенно новые задачи. Применение высокоэффективных строительных материалов и конструкций позволило воплотить наиболее высоком уровне традиционную для России архитектурно-строительную систему деревянного домостроения.

Отработанная веками технология деревянного домостроения с применением современного инструмента и механизмов позволяет значительно сократить сроки строительства, а применение современных защитно-декоративных составов – значительно продлить жизнь деревянному дому.

Сегодня существует большое количество уникальных и прошедших проверку технологий строительства деревянных домов, о которых история возведения жилья до сих пор не знала. Современные способы постройки оказываются очень выгодны и предполагают минимум трудозатрат. Сооружения, выполненные из усовершенствованных материалов, обладают свойством теплосбережения. При этом частные застройщики, как и крупные компании делают выбор в пользу сибирской лиственницы для строительства домов, дач и коттеджей. Эта хвойная порода деревьев обладает высокой прочностью и устойчивостью к механическим повреждениям; не подвергается гниению и действию вредителей; огнеупорными качествами и долговечностью.

Для строительства деревянных домов сегодня применяются следующие технологии: несъемная опалубка, модульная опалубка, каркасное домостроение, постройка из 3D-панелей. Первая технология предполагает размещение несущих конструкций на железобетонном основании, в качестве опалубки в данном случае используются довольно легкие блоки и плиты. Они выполняют не только формообразующие, но и теплозащитные функции. Еще одна передовая технология строительства деревянных домов – переставная опалубка. Ее выбирают те, кто хочет строить свое жилье самостоятельно, не прибегая к помощи специалистов. Для строительства домов применяются и 3D-панели: каркас выполняется из пенополистирольных панелей, соединенных нержавеющей проволокой. Все большую популярность набирают каркасные сооружения – пиломатериалы крепят к уже готовой основе, выполненной из горизонтальных балок и вертикальных стоек. Каркас может быть изготовлен как из дерева, так и из металла. Преимущество такой конструкции заключается в том, что

стены в ней выполняют ограждающую функцию, характеризуются легкостью и не оказывают давления на фундамент.

Сейчас, благодаря развитию современных технологий, строительство из дерева вернуло себе былую популярность. Это связано с такими факторами, как практичность, цена и экологичность.

Практичность. Деревянный дом строится довольно быстро, в частности это связано с тем, что происходит предварительная подготовка бревна в заводских условиях.

Цена. Построить деревянный дом получается дешевле, чем аналогичный по размерам каменный.

Экологичность. В деревянном доме наслаждаешься естественным приятным микроклиматом.

В прошлом деревянное зодчество было широко распространено. Оно не утратило своего значения и в наши дни, особенно в сельском и дачном домостроении [5].

Зная историю строительства деревянных домов, можно сделать вывод, что древесина навсегда останется одним из самых востребованных и надежных строительных материалов. Конструкции из нее надежно защищены от влияния погодных условий и пагубного действия насекомых. А сам материал является доступным по цене, что позволяет экономить на стройке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. История деревянных домов URL:<https://moidom.su/statiya/191-istoriya-derevyannyh-domov.html> (дата обращения: 07.11.2023);

2. История деревянного домостроения на Руси URL:<https://vitoslavica.ru/stati/istoriya-derevyannogo-domostroeniya-na-rusi.html> (дата обращения: 07.11.2023);

3. История строительства деревянных домов URL:<https://lesinter.ru/articles/istoriya-stroitelstva-derevyannykh-domov/> (дата обращения: 07.11.2023);

4. Хасаншин Р. Р. Система инженерного моделирования и проектирования деревянных зданий и сооружений: учебное пособие:/ Р. Р. Хасаншин, А. Е. Воронин; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018. – 88 с.;

5. Барташевич, А. А. Художественная обработка дерева: учебное пособие: А. А. Барташевич, А. М. Романовский. – 2-е изд., стер. – Москва: Директ-Медиа, 2022.

Зайцев Е.А., магистрант

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф.
Плотников В.В.

*Брянский государственный инженерно-технологический
университет, г. Брянск, Россия*

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫХ ОТХОДОВ

Основная роль теплоизоляционных материалов в строительстве заключается в предотвращении теплопотерь и обеспечении теплового комфорта внутри здания. Хотя традиционные теплоизоляционные материалы, такие как стекловолокно, каменная вата, пенополистирол и пенополиуретан эффективны в поддержании теплового комфорта внутри зданий, они изготовлены из не возобновляемых ресурсов и обладают высоким энергопотреблением при производстве. Следовательно, растет интерес к альтернативным изоляционным материалам, получаемым из возобновляемого или повторно перерабатываемого сырья. Теплоизоляция из перерабатываемого целлюлозного сырья в будущем может стать экологически чистым теплоизоляционным материалом.

Нами были проведены исследования нескольких образцов пористого целлюлозного утеплителя из вторсырья – макулатуры, произведенных в ходе поставленного эксперимента.

Для экспериментальной проверки была выбрана концепция получения теплоизоляционного материала в результате отверждения жидкой активированной и поризованной смеси.

В данном эксперименте в качестве основы принята смесь воды и макулатуры (резаная бумага, $\rho=80 \text{ г/см}^3$) с водо-твердым отношением 25:1 соответственно. Исходя из технических характеристик используемого оборудования в эксперименте было применено 16 кг. воды и 0,64 кг. макулатуры. Данная смесь была диспергирована в активаторе-диспергаторе (рис. 1) [1] до полного разрушения фрагментов бумаги и достижения однородного состояния.

Образец – это смесь основной водно-целлюлозной смеси с вяжущим в заданной пропорции и поризованная посредством вовлечения воздуха в массу. В каждом образце за основу был взят 1 кг. готовой смеси с В/Т = 25:1, что соответствует 0,961 кг. воды и 0,039 кг. целлюлозных отходов.

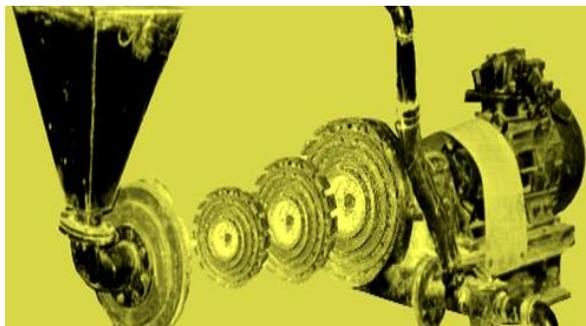


Рис. 1. Общий вид устройства активатора-диспергатора для получения смеси

Изготовление образцов проводилось в чистой таре объемом, десятикратно превышающим объем загруженной в нее смеси. Вовлечение воздуха в массу осуществлялось путем механизированного взбивания смеси венчиком (скорость вращения 1000 об/мин) в течение 5 мин. Заливка смеси осуществлялась в лабораторную стальную разборную форму с размерами 100×100×100 мм (рис. 2) [2].



Рис. 2. Процесс вовлечения воздуха в массу смеси (слева), образец №2 в форме до снятия излишков (справа)

Технологический процесс приготовления смеси образца состоит из следующих основных этапов: Загрузка в тару для смешивания расчетного кол-ва водно-целлюлозной основы; внесение расчетного количества вяжущего и пенообразователя согласно инструкции по его применению (при наличии таковой); механическое замешивание вяжущего в массе основы в течение 1 минуты; вовлечение воздуха в массу смеси посредством механизированного взбивания венчиком в течение 5 мин выгрузка готовой поризованной смеси образца из тары

для смешивания в форму, снятие излишков смеси с формы при помощи металлической линейки.

Виды и пропорции использованных вяжущих приведены в табл. 1.

Таблица 1

Виды и пропорции использованных вяжущих

№ образца	Тип вяжущего	Состав образца, кг (%)			
		Вода	Бумага	Пено-ль	Вяжущее
1	-	0,961 (93,76)	0,039 (3,80)	0,025 (2,44)	0,000 (0,00)
2	Клей ПВА	0,961 (91,09)	0,039 (3,70)	0,025 (2,37)	0,030 (2,84)
3	Жидкое стекло	0,961 (88,57)	0,039 (3,59)	0,025 (2,31)	0,060 (5,53)
4	Клей д/обоев виниловый	0,961 (91,09)	0,039 (3,70)	0,025 (2,37)	0,030 (2,84)

В ходе эксперимента было замечено, что в естественных условиях образцы отверждаются и высыхают чрезвычайно медленно. Выдерживание образцов в естественных условиях в течение 48 часов практически не дало результатов в части высыхания и отверждения. Было принято решение разделить формы с образцами надвое и исключить среднюю разделительную стенку формы. Данное действие позволило увеличить площадь соприкосновения образца с воздухом на 33,3%. Также для ускорения высыхания и отверждения образцы были помещены в сушильный шкаф и просушены при температуре $103 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 48 ч (рис. 3) [3].



Рис. 3. Образец №2 после сушки в естественных условиях (слева), образец №2 после принудительной сушки (справа)

В процессе отверждения и сушки, как естественной, так и принудительной, происходила усадка массы образцов, что привело к потерям объема. Данные об усадке приведены в табл. 2.

Таблица 2

Степень усадки образцов

№ образца	1	2	3	4
Степень усадки, %	75	60	55	70

Для изучения плотности из каждого образца были изготовлены параллелепипеды с произвольными размерами сторон. Главное условие – sobлности взаимную параллельность и перпендикулярность граней. Изготовление параллелепипедов проводилось путем вырезания их из середины образца, где его структура наиболее однородна (рис. 4) [4].



Рис. 4. Фото текстуры образцов слева направо: №1, №2, №3, №4

Средняя плотность:

$$\rho = m/V, \quad (1)$$

где m – масса образца-параллелепипеда; V – объем образца-параллелепипеда.

Объем:

$$V = a * b * h, \quad (2)$$

где a , b , h – длина, ширина и высота образца-параллелепипеда соответственно.

Значения геометрических размеров образцов-параллелепипедов их объема и средней плотности приведены в табл. 3.

Таблица 3

Значения геометрических размеров, объема и средней плотности

№ образца	Геометрические размеры сторон, см			Масса m , г	Объем V , см ³	Ср. плотность ρ , г/см ³
	a	b	h			
1	3,76	3,39	2,29	2,31	29,19	0,079
2	4,81	4,59	3,82	3,54	84,34	0,042
3	3,69	3,74	3,70	5,34	51,06	0,105
4	3,87	3,50	2,59	3,66	35,08	0,104

Для подведения итога и выбора наиболее перспективных образцов была построена радиальная диаграмма, включающая основные характеристики образцов (рис. 5) [5]. Предпочтительно для дальнейших исследований выбрать образцы, график характеристик которых занимает наибольшую площадь, что соответствует наилучшему сочетанию характеристик. Значения площадей графиков характеристик образцов приведены в табл. 4.

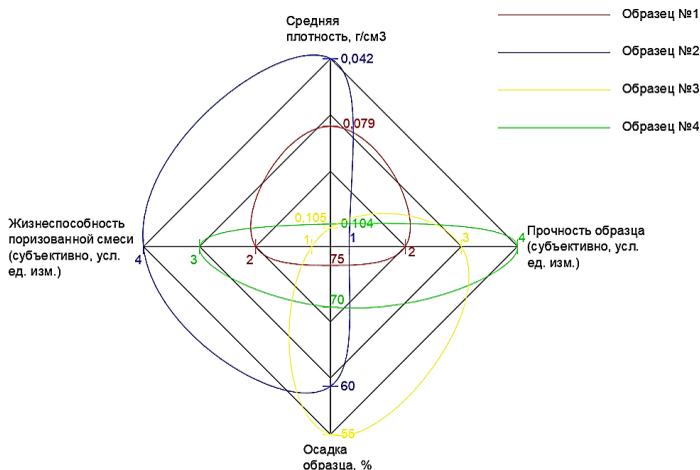


Рис. 5. Радіальна діаграма

Таблиця 4

Площі графіків характеристик образців

№ образца	1	2	3	4
площадь графика, см ²	12,23	38,42	21,37	14,62

Проведений експеримент наглядно показав принципіальну можливість отримання теплоізоляційних матеріалів з целюлозно-бумажних відходів. Можливо заявити, що найбільш перспективними для майбутніх досліджень є суміші №2 і №3. Даліше вивчення залежностей між показателями густоти, міцності, опору теплопередачі і входять в склад суміші компонентами і їх пропорціями дозволить створити найбільш ефективний склад для отримання теплоізоляційного матеріала.

БІБЛІОГРАФІЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Роторно-пульсационный аппарат / Плотников В.В., Ботаговский М.В. Патент на полезную модель №183943 от 09 октября 2018 г.

2. ГОСТ 22685 – 89. ФОРМЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ БЕТОНА. Технические условия [Текст]. – Взамен ГОСТ 22685-77; Введен с 19.06.1989. – Москва: Стандартиформ, 2006 – 11 с.

3. ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДРЕВЕСИНЫ И ДРУГИХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 260200 «ТЕХНОЛОГИЯ ДЕРЕВООБРАБОТКИ» 3 курса / Луговых Ю.М. // БГИТА. - 2002, С - 3.

4. ГОСТ 17177 – 94. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний [Текст]. – Взамен ГОСТ 17177-87; Введен с 01.04.1996. – Москва: Межгосударственная научно-техническая комиссия по стандартизации и техническому нормированию в строительстве, 2001 – 40 с.

5. Р 50-77 – 88. РЕКОМЕНДАЦИИ. Единая система конструкторской документации. ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ДИАГРАММ [Текст]. – Взамен ГОСТ 2.319-81; Введен с 23.09.1988. – Москва: Государственный комитет СССР по стандартам, 1989 – 11 с.

Иванова А.И., магистрант

**Научный руководитель: канд. техн. наук, проф.
Косухин М.М.**

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИИ ВНУТРЕННЕЙ ОТДЕЛКИ

Отделка помещений имеет значительное влияние на создание комфортного микроклимата.

Существует несколько способов, как отделка может повлиять на комфорт внутри помещений.

Отделка обеспечивает изоляцию от шума. Качественная отделка, особенно с использованием звукоизоляционных материалов, может снизить уровень внешнего шума и создать более тихую атмосферу внутри помещений. Это особенно важно для жилых помещений, где шум может быть раздражающим и мешать отдыху и сну.

Регулирование температуры. Отделка может помочь в поддержании комфортной температуры в помещении. Использование теплоизоляционных материалов и правильное утепление стен, полов и

потолков может снизить потерю тепла и обеспечить более стабильную температуру внутри помещения [1].

Контроль влажности. Отделка также может помочь в контроле уровня влажности в помещении. Например, использование влагоотталкивающих покрытий на стенах и полах может предотвратить появление плесени и грибка, что может негативно сказываться на здоровье и комфорте жителей.

Воздухообмен. Правильная отделка может способствовать хорошему воздухообмену в помещении. Использование качественных материалов, не содержащих вредных веществ и аллергенов, может улучшить качество воздуха и предотвратить появление неприятных запахов.

Эстетический комфорт. Наконец, отделка помещений играет важную роль в создании эстетического комфорта. Приятная цветовая гамма, качественные отделочные материалы и уютное оформление помещений могут создать приятную атмосферу и повысить комфорт для жителей [2-4].

Интерьер играет важную роль в создании комфортной атмосферы в помещении. Есть несколько современных направлений интерьеров.

Минимализм: Простые и функциональные формы, нейтральные цвета и минимум декоративных элементов создают спокойную и уютную атмосферу.

Скандинавский стиль: Сочетание светлых оттенков, натуральных материалов и простых форм создает светлый и воздушный интерьер.

Эко-стиль: Использование натуральных материалов, таких как дерево, камень и текстиль, создает ощущение природы в помещении.

Индустриальный стиль: Использование сырых материалов, таких как кирпич, металл и дерево, создает современный и стильный интерьер.

Хай-тек стиль: Использование современных технологий и материалов, таких как стекло, металл и пластик, создает современный и технологичный интерьер.

Ретро стиль: Использование старинной мебели, аксессуаров и цветовой гаммы создает атмосферу старого времени.

Миниатюрный стиль: Использование компактной мебели и оптимизация пространства создает уютный и функциональный интерьер в небольших помещениях.

Арт-деко стиль: Использование роскошных материалов, геометрических узоров и ярких цветов создает элегантный и роскошный интерьер.

Бохо-стиль: Использование ярких цветов, текстиля и ручной работы создает уютный и эклектичный интерьер.

Минимализм с элементами природы: Использование натуральных материалов, растений и светлых оттенков создает спокойную и гармоничную атмосферу [5].

Методы внутренней отделки помещений могут включать:

Окраска стен и потолков: Окраска является одним из самых распространенных методов отделки помещений. Она позволяет изменить цвет и общий вид помещения, а также может быть использована для создания определенного стиля или настроения.

Обои: Обои также являются популярным методом отделки стен. Они доступны в различных цветах, узорах и текстурах, что позволяет создать уникальный дизайн помещения.

Покрытие пола: Покрытие пола может быть выполнено с использованием различных материалов, таких как ламинат, паркет, ковровое покрытие или плитка. Выбор материала зависит от предпочтений владельца помещения и функциональности помещения.

Установка потолочных панелей: Потолочные панели могут быть использованы для придания помещению особого стиля или для скрытия неровностей и дефектов потолка.

Установка декоративных элементов: Декоративные элементы, такие как молдинги, розетки или колонны, могут быть установлены для придания помещению элегантности и уникальности.

Установка осветительных приборов: Осветительные приборы могут быть установлены для создания определенной атмосферы в помещении и обеспечения необходимого уровня освещения.

Установка мебели и аксессуаров: Мебель и аксессуары могут быть использованы для завершения общего дизайна помещения и создания комфортной обстановки.

Все эти методы внутренней отделки помещений позволяют создать уютную и функциональную обстановку, а также придать помещению индивидуальность и стиль [6].

Технология внутренней отделки помещений включает следующие шаги:

Подготовка поверхности: перед началом отделки помещения необходимо подготовить поверхность стен, потолков и пола. Это включает удаление старых покрытий, шпаклевку трещин и неровностей, а также очистку поверхности от пыли и грязи.

Грунтовка: после подготовки поверхности необходимо нанести грунтовку. Грунтовка обеспечивает лучшую адгезию покрытия к поверхности и защищает ее от воздействия влаги и других внешних факторов.

Нанесение отделочного материала: после грунтовки можно приступать к нанесению отделочного материала. Например, для

окраски стен и потолков используется кисть или валик, для укладки обоев – клей и шпатель, для укладки пола – специальный инструмент (например, молоток для паркета или шпатель для ламината).

Завершение отделки: после нанесения отделочного материала необходимо дать ему время высохнуть и зафиксироваться. Затем можно приступить к завершающим работам, таким как установка потолочных панелей, декоративных элементов, осветительных приборов, мебели и аксессуаров.

Важно отметить, что технология внутренней отделки может различаться в зависимости от выбранных материалов и методов отделки. Поэтому рекомендуется следовать инструкциям производителя и проконсультироваться с профессионалами при необходимости.

Современные материалы для внутренней отделки помещений в жилищно-коммунальном комплексе включают:

Краски и лаки: для окраски стен и потолков можно использовать различные виды красок, такие как акриловые, латексные или водно-дисперсионные краски. Они обладают хорошей адгезией к поверхности, быстро высыхают и обеспечивают долговечное покрытие. Лаки применяются для защиты отделочного материала и придания ему блеска.

Обои: для отделки стен можно использовать различные виды обоев, такие как виниловые, флизелиновые или текстильные обои. Они отличаются разными текстурами, цветами и узорами, что позволяет создать уникальный интерьер.

Плитка: для отделки стен и пола в ванных комнатах и кухнях часто используется керамическая плитка. Она обладает высокой влагостойкостью, прочностью и легко моется.

Паркетная доска и ламинат: для отделки пола можно использовать паркетную доску или ламинат. Паркетная доска создает элегантный и натуральный вид, а ламинат обладает прочностью и легкостью в укладке.

Гипсокартонные панели: Гипсокартонные панели используются для создания различных конструкций, таких как перегородки, потолки или ниши. Они обладают высокой прочностью и легко поддаются обработке.

Декоративные элементы: для создания уникального интерьера можно использовать различные декоративные элементы, такие как молдинги, розетки, колонны и пилястры. Они добавляют стиль и элегантность в помещение.

Осветительные приборы: Важным элементом внутренней отделки являются осветительные приборы, которые создают комфортное освещение и подчеркивают дизайн помещения.

Мебель и аксессуары: для завершения отделки помещения можно добавить мебель и аксессуары, которые будут соответствовать стилю и функциональности помещения [7, 8].

Важно выбирать качественные материалы для внутренней отделки помещений, чтобы обеспечить долговечность и эстетичность интерьера [9].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. М. М. Kosukhin, А. М. Kosukhin The Thermal and Physical Aspects of Designing Facade Heat Insulation at Capital Repairs and Reconstruction of Civic Buildings/ IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 552 (2019) 012023

2. Геллер Г. А. Технология отделки стен промышленных и гражданских зданий / Г. А. Геллер, С. И. Горбунов. - М.: СПЕКТР, 2009. - 256 с.

3. Граф И. К. Актуальные проблемы внутренней отделки помещений / И. К. Граф. - М.: Изд-во МАДИ, 2014. - 184 с.

4. Гринка В. И. Современные материалы для внутренней отделки полостенных деревянных конструкций / В. И. Гринка, В. В. Шпатыук. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. - 216 с.

5. Егоров В. М. Основы технологии и эстетики внутренней отделки / В. М. Егоров, В. И. Журавлев. - СПб: Изд-во СПбГАСУ, 2010. - 254 с.

6. Коршилатов П. А. Ремонт и отделка жилых и общественных зданий / П. А. Коршилатов, И. С. Круцкий. - М.: Академкнига, 2015. - 376 с.

7. Лобанова, М. В. Современные материалы и технологии внутренней отделки помещений / М. В. Лобанова, Л. В. Смирнова. - М.: Юрайт, 2009. - 320 с.

8. Некрасова Е. Д. Технология обработки стен и потолков внутри помещений / Е. Д. Некрасова. - М.: Академия строительства Российской Федерации, 2006. - 200 с.

9. Косухин М.М., Косухин А.М. Кондауров М.С. Информационное моделирование зданий и сооружений на всех этапах жизненного цикла. [Электронный ресурс] / IV Международной научно-практической конференции «Наука и инновации в строительстве». Белгород: Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2020. - с 95-100.

Кравченко Д.Э., ассистент,
Левшин Д.Э., студент

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф.
Сулейманова Л.А.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ВЛИЯНИЕ ЦВЕТА ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ПИГМЕНТА НА СВОЙСТВА СВЕТЯЩИХСЯ БЕТОНОВ

Светящиеся бетоны представляют собой инновационное направление в строительстве, в том числе, дорожном, которое открывает новые возможности для создания безопасных и энергоэффективных инфраструктурных объектов. Светящиеся бетоны создаются на основе традиционных бетонных смесей с добавлением специальных люминесцентных пигментов, обеспечивающих свечение в темноте. В результате, дорожные покрытия, тротуары, ограждения и другие элементы инфраструктуры приобретают неповторимый и яркий вид в темное время суток, что делает их легко заметными для автомобилистов и пешеходов [1-5].

При проектировании светящихся бетонов важным фактором является функциональность материала с обеспечением начальной яркости и длительного времени послесвечения. Цвет люминесцентного пигмента влияет на эксплуатационные свойства материала.

В связи с чем проведено исследование по изучению влияния цвета пигмента в светящемся бетоне на эксплуатационные свойства. В исследовании использовали белый портландцемент; в качестве люминесцентного компонента для бетонов использовали люминесцентный пигмент различных цветов: небесно-голубой, сине-зеленый, желто-зеленый и красный (рис. 1).

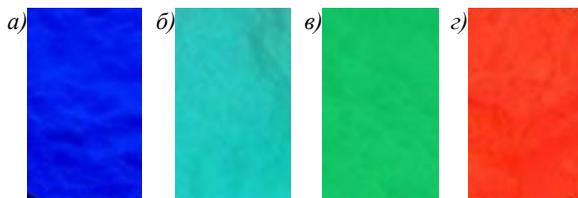


Рис. 1. Люминесцентный пигмент различных цветов: а – небесно-голубой; б – сине-зеленый; в – желто-зеленый; г – красный

Поскольку цвет, состав и свойства люминесцентного пигмента тесно связаны между собой, был охарактеризован элементный состав четырех цветов пигментов. Элементный состав люминесцентных пигментов определялся методом рентгеновской флуоресценции на спектрометре серии ARL 9900 Work Station со встроенной системой дифракции. Использование прибора позволяет посредством метода рентгеновской флуоресценции определить элементный состав проб и одновременно с этим посредством метода рентгеновской дифракции изучить фазовый состав проб.

Содержание стронция в небесно-голубом и желто-зеленом люминесцентных пигментах самое высокое и составило 61 %. При этом наибольшее содержание в сине-зеленом пигменте отводится алюминию, на его долю приходится более половины всех элементов, достигая 60 %. В пигменте красного цвета самое высокое содержание кремния – около 50 %, за ним следует сера – 25 %.

Прочность на сжатие образцов составила 55 МПа с пигментом желто-зеленого цвета и 50 МПа с пигментом красного цвета, а прочность на сжатие образцов с добавлением пигмента сине-зеленого и небесно-голубого цветов составила 40 МПа и 38 МПа соответственно. Прочность на изгиб образцов составила 8 МПа с пигментами красного и желто-зеленого цветов и 7,8 МПа с применением пигментов сине-зеленого и небесно-голубого цветов.

Результаты начальной яркости и времени послесвечения показали, что образец с желто-зеленым люминесцентным пигментом обладает наибольшей начальной яркостью – 0,54 кд/м², время послесвечения достигает 6 часов. начальная яркость образцов с сине-зеленым и небесно-голубым пигментами достигает 0,22 кд/м² и 0,19 кд/м² соответственно, при этом образец с сине-зеленым пигментом обладает наибольшим временем послесвечения – 10 часов. Образец с красным люминесцентным пигментом имеет минимальную начальную яркость и время послесвечения – менее 20 минут.

Все спектры флуоресценции различных образцов с люминесцентным пигментом имеют оптимальную точку пика. Разные цвета поглощают ультрафиолетовые лучи на разных частотах, что приводит к оптимальной длине волны излучения для каждого цвета. Оптимальная длина волны излучения находится в диапазоне от 510 нм до 520 нм. Интенсивность излучения существенно отличается – пиковая длина волны спектра излучения в основном представляет собой желто-зеленую длину волны, видимую человеческому глазу в темноте, что свидетельствует о применении люминесцентного пигмента желто-

зеленого цвета послесвечения. Влияние внешних факторов на яркость послесвечения люминесцентного пигмента для конкретного химического состава и толщины слоя пигмента обуславливается временем заряда, интенсивностью свечения источника облучения, а также структурой спектра источника облучения. Анализ показал, что порядок интенсивности спектра излучения люминесцентных пигментов при одном и том же времени возбуждения: желто-зеленый → небесно-голубой → сине-зеленый → красный.

Применение светящегося бетона в дорожном строительстве способствует снижению аварийности и повышению комфорта передвижения на дорогах. Постоянное развитие и совершенствование свойств светящегося бетона может привести к созданию еще более эффективных и экономичных решений для дорожного строительства в будущем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулейманова Л.А., Корякина А.А. Бетон с фотолюминесцентными свойствами. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. 162 с.

2. Сулейманова Л.А., Малюкова М.В., Корякина А.А. Исследование фотолюминесцентного пигмента для применения в светящемся архитектурно-декоративном бетоне // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2021. № 6. С. 8-18.

3. Сулейманова Л.А., Малюкова М.В., Погорелова И.А., Корякина А.А. Формирование пространственной среды с учетом колористики // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 62-66.

4. Корякина А.А., Сулейманова Л.А., Малюкова М.В. Способы введения фотолюминесцентного пигмента в изделия из архитектурно-декоративного бетона // В сборнике: Наука и инновации в строительстве. Сборник докладов V Международной научно-практической конференции. Белгород, 2021. С. 170-175.

5. Корякина А.А. Бетон с фотолюминесцентными свойствами для малых архитектурных форм: специальность 2.1.5. «Строительные материалы и изделия»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Корякина Алина Александровна. Белгород, 2022. 189 с.

Крашенинникова Е.А., студент

Научный руководитель: канд. техн. наук

Киселев В.В.

Ивановская пожарно-спасательная академия

ГПС МЧС России, г. Иваново, Россия

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР ПРИ ПОЖАРАХ НА ОСТАТОЧНУЮ ПРОЧНОСТЬ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

При строительстве зданий и сооружений применяются различные конструкционные материалы. В составе несущих элементов конструкций наиболее часто применимым конструкционным материалом является сталь. Сталь применяется весьма широко в пожарной технике, например, в качестве крепежного материала для навязки полугаек на соединительные головки [1]. Сталь обладает высокими механическими характеристиками, в том числе степенью упругости и прочностью, тем не менее абсолютно прочной не является и она. Одним из факторов, оказывающих влияние на прочностные показатели стальных силовых конструкций или других конструкций, содержащих стальные элементы, является повышенная температура [2-4]. Причины возникновения высоких температур могут быть различны, но чаще остальных причиной является пожар [5].

Количество пожаров из года в год не снижается и остается на высоком уровне. Это и природные пожары, и пожары на различных объектах экономики, и пожары в жилых строениях, и пожары на транспорте. Проведенный анализ зарегистрированных пожаров показал, что чаще остальных пожары происходили в зданиях и сооружениях различного функционального назначения, силовые элементы которых содержали сталь.

При затяжных пожарах в зданиях и сооружениях, силовыми элементами которых являются стальные конструкции, в полной мере проявляется эффект ползучести стали, приводящий к обрушению (рис. 1). Для предотвращения этого явления для защиты металлоконструкций применяются различные виды покрытий [6, 7].

Основной причиной обрушения при пожарах являются высокие температуры и время воздействия теплового потока на конструкционный материал, превышающее предел огнестойкости. А как быть, если пожар в здании успешно потушен, обрушения не произошло? Можно ли продолжить эксплуатацию такого объекта? В данной работе проведены исследования, показывающие влияние

различных температур и времени нагрева на изменение пределов прочности, стали и ее упругих свойств.



Рис. 1. Обрушение металлоконструкций при пожаре

Испытания на растяжение проводились по стандартной методике по ГОСТ 1497 на разрывной машине Р-5. Для проведения испытаний было отобрано несколько одинаковых стальных образцов прямоугольного сечения марки Ст.3, которые подвергались тепловому воздействию до различных температур – от 700 °С до 900 °С (рис. 2). Таким образом, было испытано 4 образца: один без нагрева (эталонный), другие нагревались до температур 700, 800 и 900 °С в течении 5 мин.

Нагрев образцов выполняли в муфельной печи. Охлаждение было ступенчатым: в начале охлаждение на воздухе до 400 °С, затем в воде. Параметры температуры нагрева образцов и времени нахождения под тепловым воздействием выбирались исходя из условий типовых не затяжных пожаров с временной горючей нагрузкой (горение трудногорючих материалов: мебель, оргтехника, технологическое оборудование, товарная продукция) [8]. Время нагрева соответствует наилучшим сценариям пожаротушения, при котором пожар быстро обнаружен, а оперативные службы прибывают в установленные нормы времени и приступают к тушению пожара или осуществляется тушение пожара системой автоматического пожаротушения.



Рис. 2. Образцы конструкционной стали до и после испытания

В ходе испытаний экспериментальных образцов были построены диаграммы растяжения стали (рис. 3) и определены значения пределов упругости для каждого образца (рис. 4).

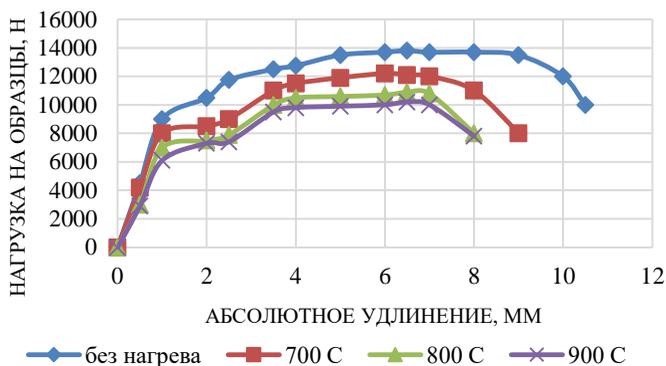


Рис. 3. Диаграммы растяжения образцов (время нагрева 5 мин)

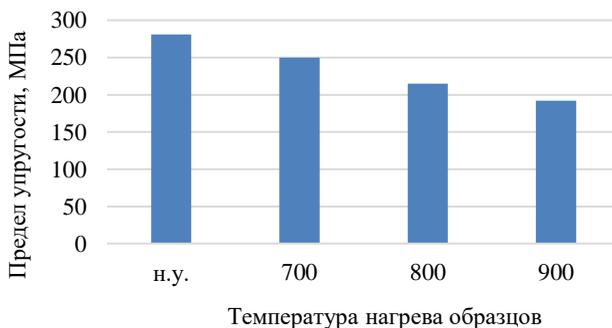


Рис. 4. Значения пределов упругости экспериментальных образцов (время нагрева 5 мин)

На представленных диаграммах растяжения видно, что с ростом температуры нагрева образцов происходит снижение всех прочностных пределов: пропорциональности, упругости, текучести и выносливости. В данной работе для оценки влияния высоких температур на остаточную прочность образцов определялись значения пределов упругости (рис. 4). Можно увидеть, что при нагреве до 700 °C предел упругости снизился на 12,4 %. При нагреве до 800 °C – на 30,7%, при нагреве до 900 °C снижение составило 46,3 %. Кроме снижения прочностных показателей заметили снижение модуля упругости и

охрупчивание экспериментальных образцов. Таким образом, высокие температуры отрицательно повлияли на механические свойства стальных образцов. В ходе экспериментов наблюдали интенсивное окисление образцов, что дополнительно способствовало снижению прочностных свойств.

В результате проделанной работы можно сделать вывод, что высокие температуры при пожарах отрицательно сказываются на прочностных характеристиках металлоконструкций. Длительное нахождение стальных конструкций под воздействием высоких температур приводит к их разупрочнению, что может стать причиной обрушения зданий и сооружений. Для снижения влияния повышенных температур при пожарах на остаточную прочность металлоконструкций необходимо использовать различные огнезащитные покрытия или какие-либо конструктивные способы защиты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Патент на полезную модель № 220671 U1 Российская Федерация, МПК В25В 25/00. Устройство для навязки проволочных хомутов : № 2023117311 : заявл. 29.06.2023 : опубл. 28.09.2023 / И. А. Малый, И. Ю. Шарбанова, П. В. Пучков [и др.]

2. Пучков, П. В. Разрушение строительных металлоконструкций в условиях пожара / П. В. Пучков, В. В. Киселев, А. В. Топоров // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2010. – № 3. – С. 29-32.

3. Исследование прочности элементов металлоконструкций, подвергшихся воздействию повышенных температур при пожаре / И. А. Калинин, В. В. Киселев, П. В. Пучков, А. В. Топоров // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2015. – № 1-1(6). – С. 104-106.

4. Киселев, В. В. Оценка прочности металлоконструкций, подвергшихся воздействию высоких температур / В. В. Киселев, К. Н. Архангельский, В. Е. Иванов // Пожарная и аварийная безопасность : Материалы X Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию МЧС России, Иваново, 26–27 ноября 2015 года / Под общей редакцией И.А. Малого. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2015. – С. 217-219.

5. Архангельский, К. Н. Разработка огнезащитного покрытия стальных конструкций / К. Н. Архангельский, В. В. Киселев, Н. А.

Кропотова // Пожарная и аварийная безопасность. – 2016. – № 2(2). – С. 113-123.

6. Архангельский, К. Н. Актуальность разработки огнестойких покрытий для защиты металлоконструкций от пожаров / К. Н. Архангельский, В. В. Киселев // Современные пожаробезопасные материалы и технологии : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной Году гражданской обороны, Иваново, 20–21 сентября 2017 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2017. – С. 177-181.

7. Gomonay, M. Influence on durability of details of engineering construction in case of emergency / M. Gomonay, P. Puchkov // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2014. – No. 4(23). – P. 17-22.

8. Пучков, П. В. Исследование свойств керамических материалов при возникновении чрезвычайных ситуаций техногенного характера / П. В. Пучков // Гражданская оборона на страже мира и безопасности : Материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны. В 3-х частях, Москва, 28 февраля 2020 года. Том Часть II. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, 2020. – С. 360-364.

Назаренко Е.И., магистрант

**Научный руководитель: д-р техн. наук, проф.
Лукутцова Н.П.**

*Брянский государственный инженерно -
технологический университет, г. Брянск, Россия*

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИСТИРОЛБЕТОНА НА ОСНОВЕ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

К существенному недостатку полистиролбетона относится низкая адгезия цементного камня (ЦК) с гидрофобной поверхностью пенополистирола, что приводит к выкрашиванию заполнителя и снижению физико-механических и эксплуатационных свойств бетона.

Решением данной проблемы является использование современных добавок-адгезивов – поверхностно-активных веществ (ПАВ), модифицирующих поверхность пенополистирольных гранул (рис. 1).

Целью работы является разработка и исследование полистиролбетона улучшенных свойств с использованием наномодифицированных дробленых отходов пенополистирольной упаковки.

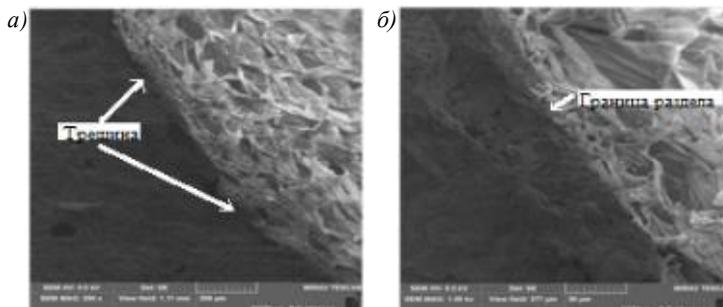


Рис. 1. Микроструктура полистиролбетона: *а* – до обработки заполнителя наномодифицирующей добавкой; *б* – после обработки

Для достижения поставленной цели решались следующие основные задачи:

1. Исследование качественных характеристик сырьевых компонентов для производства полистиролбетона с наномодифицированными дроблеными отходами пенополистирольной упаковки.
2. Разработка оптимальных составов полистиролбетона с наномодифицированными дроблеными отходами пенополистирольной упаковки.
3. Разработка технологии изготовления полистиролбетона с использованием наномодифицированных техногенных отходов.

Для изготовления полистиролбетона предусмотрено использовать следующие материалы:

Быстротвердеющий портландцемент (ПЦ) марки ЦЕМ I 42,5Б АО «Мордовцемент» Республика Мордовия. Химический состав клинкера, % по массе: SiO₂ – 3,23; Cl – 0,014; MgO – 1,34; (K₂O+Na₂O) – 0,79 в соответствии с ГОСТ 31108 [1].

Вспененный полистирол (ПВГ), отходы пенополистирольной упаковки (ПК) – продукт полимеризации стирола (винилбензола),

термопластичный полимер линейной структуры. Гранулы полистирола размерами от 2 до 5 мм в соответствии с ГОСТ 20282 [2].

Микрокремнезем (МК) представляет собой ультрадисперсный материал, состоящий из частиц сферической формы в соответствии с ГОСТ Р 58894-2020. Применяется для улучшения прочности бетона и частичной замены цемента.

Жидкое стекло – это щелочной раствор силикатов натрия в соответствии с ГОСТ 24211–2008. [3]. Модуль основности равен 3.

MasterGlenium 115 (MG) – добавка в бетон на основе поликарбоксилатных эфиров применяется для производства как товарного бетона, так и бетона для железобетонных изделий. Эффективно работает в бетонных смесях любого класса подвижности. В соответствии с ГОСТ 24211–2008.

Жидкость для затворения: питьевая вода в соответствии с ГОСТ 23732–2011.

При проведении исследований применялись следующие методы: лазерная гранулометрия (гранулометрический состав, средний диаметр частиц); фотонно-корреляционная спектроскопия; электронная микроскопия (микроструктура ПСБ); математическое планирование эксперимента; стандартные методы определения свойств полистиролбетона в соответствии с ГОСТ 33929-2016 [4].

Результаты исследований показали, что обработка полистирольных гранул жидким стеклом является наиболее предпочтительной по сравнению с клеем ПВА, поверхностно-активными веществами – MG и С-3, т.к. оно максимально снижает контактный угол смачивания, что приводит к повышению прочности полистиролбетона.

Состав полистиролбетона и результаты исследований представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Состав полистиролбетона (по патенту)

Пример	Состав полистиролбетона, масс. %					
	ПЦ	ПВГ	ПК	Песок	Комплексная добавка (КД)	Вода
Прототип	51	2,2	-	31	0,015+0,165	16
1	51	1,1	1,1	32	0,1	14,7
2	51	1,1	1,1	32	0,5	14,3
3	51	1,1	1,1	32	0,1	13,8

Таблица 2

Результаты исследований (по патенту)

Составы	Прочность на сжатие через 3 сут твердения, МПа	Прочность на сжатие через 28 сут твердения, МПа	Краевой угол смачивания, °
Прототип	-	6,4	68
1	6,4	8,3	52
2	6,5	8,9	49
3	6,9	9,1	47

Последовательность приготовления полистиролбетонной смеси состоит из следующих этапов: введение ПВГ с ПК и обработка его половиной затворяющей с КД; добавление цементно-песчаной смеси с последующим перемешиванием в течение двух минут; введение остатка воды с КД и перемешивание в течение двух минут [5]. Производство полистиролбетонных изделий будет осуществляться путем объемного вибропрессования, которое имеет такие преимущества, как повышенная производительность и получение изделий с едиными установленными параметрами по размерам и форме.

С позиции обеспечения получения материалов с нормативными и улучшенными свойствами в результате проведенных исследований подтверждена возможность использования отходов полистирольных упаковок в качестве легкого заполнителя, а также установлено рациональное содержание составляющих компонентов в бетонной смеси.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 31108–2016 Цементы общестроительные. Технические условия. – Взамен ГОСТ 31108–2003; введ. 01.03.2004. – М.: Стандартиформ, 2004. – 12 с.
2. ГОСТ 20282–86. Полистирол общего назначения. Технические условия. – Взамен ГОСТ 20282–74; введ. 01.01.1987. – М.: Стандартиформ, 1987. – 36 с.
3. ГОСТ 24211–2008. Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 24211–2003; введ. 01.01.2011. – М.: Стандартиформ, 2011. – 17 с.
4. Кузнецова Е.В. Э413 Математическое планирование эксперимента: Учебно-методическое пособие. – Пермь: Перм. гос. техн. ун-т, 2011. – 35 с.
5. Назаренко Е.И., Лукутцова Н.П. Влияние вида пластифицирующей добавки на свойства полистиролбетона: сб. ст. Ежегодная национальная научно-практическая конференция магистрантов и аспирантов Брянского государственного инженерно-технологического университета «Актуальные вопросы техники, науки, технологии»/ БГИТУ. Брянск, 2023. – 692-694 с.

Найман А.С., студент,
Литовченко И.С., студент,
Серебренников Е. В., аспирант

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.

Боцман Л.Н.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИБРЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Давно известно, что одним из самых распространенных материалов в строительстве в современном мире является бетон. Широкое применение он получил благодаря своей высокой прочности, достаточно низкой стоимости и простоте употребления. Но несмотря на свои достоинства, бетон обладает рядом недостатков, среди которых можно выделить невысокую прочность на растяжение при изгибе, склонность к усадке, образование трещин. [1, 2]. В настоящее время существуют разные способы повысить физико-механические свойства бетона. Одним из распространенных является использование особых присадок, добавляющиеся в состав бетонной смеси, которые повышают плотность, улучшают вязкость и водоотталкивающие свойства [3]. Таким образом можно получить бетоны с различными характеристиками, в зависимости от того, какая добавка будет использоваться.

Для того, чтобы увеличить прочность на изгиб и разрыв бетонных конструкций используют армирование при помощи противоусадочной сетки или арматурного каркаса [4]. Но такое армирование бетона дорогостоящее и затратное по времени мероприятие. Современная альтернатива данного армирования – это использование специальной фибры для бетона, которую добавляют в бетонную смесь. Благодаря ее свойствам, фибру называют микроарматурой и рассматривают как альтернативу традиционному армированию [5, 6].

Фиброй называют волокна, выполненные из стали, базальта, стекла, полимеров, полипропилена. Эти волокна могут иметь различную длину, толщину, форму сечения, текстуру поверхности, конфигурацию [8]. Фибру добавляют в бетонные растворы любого назначения для придания прочности, ударной вязкости, устранения усадки и предотвращения растрескивания, повышения долговечности и устойчивости к истиранию. Бетон с добавлением фибры становится водостойким, устойчивым к морозам, жаростойким.

Выбор вида и размера фибры зависит от назначения бетона. Дисперсно-армированный бетон может содержать следующие разновидности волокон (фибры): стальные, базальтовые, стеклянные, асбестовые, полимерные.

За счет армирования фиброй бетон разрушается не сразу, а постепенно. Начинается такое разрушение появлением микротрещин, количество которых постепенно увеличивается. Для образования сплошной трещины необходимы более значительные деформации по сравнению с бетоном без фибры. Дисперсные волокна как бы связывают бетон, улучшая его сопротивление растягивающим напряжениям. Под воздействием механических или тепловых ударов бетон не выкрашивается на поверхности и при этом длительное время обеспечивает защиту арматуры или более глубоких слоев. За счет такого поведения армированного фиброй бетона при нагружении обеспечивается повышение надежности работы изделий и конструкций во время эксплуатации [9].

Таким образом, в сравнении с обычным бетоном, фибробетон рекомендуется для конструкции, в которых наиболее эффективно могут быть использованы его технические преимущества [10], выраженные повышением следующих физико-механических показателей: ударная и усталостная прочность; прочность на растяжение и срез; трещиностойкость; морозостойкость; водонепроницаемость; прочность на изгиб, деформативность бетонной конструкции.

Одно из основных свойств фибробетона – его универсальность. Несмотря на то, что в основном фибра применяется в качестве армирующей добавки в бетон, ее можно использовать в любой строительной смеси, содержащие гипс или цемент. В качестве основных видов конструкций полипропиленовая фибра нашла широкое применение: в фундаментах, в сваях, в пеноблоках, при создании стяжки пола, в формировании отмостки [11].

Из этого следует, что применение дисперсно-армированного бетона на основе фиброволокна целесообразно при необходимости в повышении физико-механических характеристик конструкций, а также для улучшения устойчивости к атмосферным агрессивным воздействиям, высоким температурам, истиранию, трещинообразованию, водопоглощению без использования стержней арматуры в полном или частичном объеме.

Волокна обеспечивают трехмерное укрепление бетона в сравнении с традиционной арматурой, которая обеспечивает двухмерное укрепление.

В настоящее время можно сложилось два направления создания композиционных материалов:

- композиты на высокомодульных волокнах (стальные, асбестовые, стеклянные, базальтовые);
- композиты на низкомодульных волокнах (нейлоновые, полиэтиленовые, полипропиленовые и др.).

У каждого композита с различными армирующими материалами есть достоинства и недостатки, но большинство исследователей отдают предпочтение композитам с использованием в качестве армирующего материала базальтовых волокон. Искусственные пористые каменные материалы (бетоны), характеризуются низким сопротивлением на разрыв и образованием усадочных трещин при отверждении [12].

Одним из существенных недостатков таких изделий является разрушение углов производимых конструкций. Избежать образования трещин и сколов возможно несколькими способами, в частности вторичным армированием металлической сеткой или арматурой, сварной проволокой. Но наиболее эффективным является способ модифицирования вяжущих смесей базальтовыми, полипропиленовыми и металлическими волокнами [13].

Он позволяет решить проблемы, связанные с использованием сварной арматуры в перекрытиях, что позволяет сэкономить на металле. Так полипропиленовое волокно при замене сварной проволочной сетки предотвращает образование трещин в конструкции и повышает её прочность на изгиб более чем на 2 %. При определённом процентном содержании волокна в смеси оно заменяет вторичное армирование и обеспечивает пластичность, но не заменяет конструктивную стальную арматуру.

Наряду с этим полипропиленовое волокно имеет свои недостатки: оно деформируется при небольших нагрузках на растяжение, теряет свои свойства со временем и горит при воздействии на него открытого пламени. Структура бетона при использовании базальтовых волокон приближается к структуре с арматурой со стальных сеток, но базальтобетон имеет более высокую прочность, потому что армирующее его базальтовое волокно имеет более высокую степень дисперсности в армируемом камне, а само волокно имеет более высокую прочность чем стальная сетка.

При приготовлении фибробетонных смесей возникают определенные трудности введения дисперсной арматуры в формовочную массу при длине волокон, равной (80...120) d, а поэтому применяются специальные технологические приемы выполнения этой операции [14].

В целом, с применением различных вяжущих и волокон, смешанного армирования использование фибробетона перспективно

при изготовлении дорожных и аэродромных покрытий, мостовых балок, ирригационных каналов, резервуаров, тубингов, морских пирсов, взрывоустойчивых конструкций, защитных торкретированных покрытий, облицовок шахт, оболочек тоннелей, отстойников, объемных элементов, труб, стен, полов, лестничных маршей, лотков, облицовочных плит, свай, кровельных панелей, элементов ограждений, плит покрытий и перекрытий, колонн, балок и т.д.

Исследования показывают, что фибробетон с остальными волокнами при толщине изделия до 70 мм не уступает традиционному железобетону по несущей способности, а при толщине менее 70 мм – превосходит его. Применение фибробетона малой толщины снижает материалоемкость конструкций, в частности сокращает расход стали и бетона. Поэтому использование фибробетона целесообразно прежде всего в тонкостенных элементах конструкций, особенно пространственных со сложной конфигурацией [15].

Таким образом, фибробетон – это композит, образованный объемным сочетанием компонентов, отличающихся по химическому и минералогическому составу, физико-механическим и другим свойствам, имеющих четкую границу раздела и плотную механическую или (и) химическую связь.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Муртузов, Ф.И. Фибробетон / Ф.И. Муртузов, Д.Д. Булат, А.А. Микущин // Студенческий вестник. – 2021. – № 23-5 (168). – С. 43-44.
2. Шугурова, А.В. Перспективы применения фибробетона при строительстве гидротехнических сооружений / Шугурова А.В. // В сборнике: Образование, наука, производство. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – 2015. – С. 896-901.
3. Иньшина, Я.Г. Применение фибробетона с использованием фибры различного вида в строительстве / Я.Г. Иньшина, А.О. Уланов // Студенческий вестник. – 2021. – № 3-4 (148). – С. 89-91.
4. Давидюк, А.Н. Фибробетон: свойства, технические требования и практика производства в Европе / А.Н. Давидюк, Ю.С. Волков // Технологии бетонов. – 2019. – № 7-8 (156-157). – С. 10-16.
5. Никишина, Ю.С. Технологические особенности применения фибробетона / Ю.С. Никишина // Студенческий вестник. – 2022. – № 43-8 (235). – С. 10-14.
6. Лесовик, В.С. Высокопрочный мелкозернистый фибробетон с нанодисперсным модификатором* / В.С. Лесовик, К.С. Ракитченко, Д.М. Сопин // Вестник Белгородского государственного

технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2010. – № 2. – С. 59-61.

7. Куготов, Р.М. Перспективы применения фибробетона в строительной индустрии / Р.М. Куготов, Н.В. Костина. // В сборнике: Наука в России: перспективные исследования и разработки. сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции. – 2018. – С. 50-54.

8. Дробышев, Д.И. Виды фибр используемых для армирования фибробетонов / Д.И. Дробышев // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – 2016. – С. 3140-3144.

9. Клюев, С.В. Оптимальное проектирование высококачественного фибробетона / С.В. Клюев, А.В. Клюев, Р.В. Лесовик // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. – № 6. – С. 119-121.

10. Богатина, А.Ю. Конструкционные фибробетоны для фундаментов гражданских зданий / А.Ю. Богатина, Л.В. Моргун, Д.А. Вотрин // В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство. сборник научных трудов. Ростов-на-Дону/ – 2020. – С. 235-238.

11. Белушкина О.А. Использование базальтового волокна – одно из прогрессивных направлений в строительстве / Белушкина О.А. // Студенческий вестник. – 2021. – № 19-7 (164). – С. 66-67.

12. Нелюбова, В.В. Повышение эффективности производства фибробетона / В.В. Нелюбова, В.Б. Бабаев, Н.И. Алфимова, С.А. Усиков, О.О. Масанин // Строительные материалы и изделия. – 2019. – Т. 2. № 2. – С. 4-9.

13. Сергиенко, А.А. Разновидности фибробетонов / А.А. Сергиенко, В.Д. Градобоева // В сборнике: Организационно-экономические и инновационно-технологические проблемы модернизации экономики России. сборник статей X Международной научно-практической конференции. Пенза. – 2020. – С. 197-202.

14. Белоусов, И.В. Применение фибробетона в железобетонных конструкциях / А.В. Шилов, З.А. Меретуков, Л.Д. Маилаян // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 4 (47). – С. 165.

15. Долгодуш, Д.С. Использование фибробетона / Д.С. Долгодуш // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Материалы конференции. Белгород. – 2021. – С. 1422-1431.

Нецвет Д.Д., канд. техн. наук,
Кобзев В.С., студент,
Ветков В.В., аспирант,
Луговцов Н.В., студент

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф.
Нелюбова В.В.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСА МИНЕРАЛЬНЫХ МОДИФИКАТОРОВ НА СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕНОБЕТОНА

Особенности микроструктуры поризованных материалов (в частности пенобетона) оказывают непосредственное влияние на свойства и характеристики готовых изделий. Факторы, такие как свойства межпоровых перегородок, размер пор и их поверхность, а также степень взаимодействия между микроармирующими волокнами и матрицей материала, играют решающую роль в формировании физико-механических параметров материала, прежде всего его прочности и теплопроводности. Эти параметры, в свою очередь, определяют долговечность и общее качество материала.

Целью данной работы было изучение влияния комплекса минеральных модификаторов (кварцевой суспензии, ангидрита и микроармирующих волокон (базальтовой и стеклянной фибры) на характеристики микроструктуры пенобетона неавтоклавного твердения. В качестве пенообразователя использовался протеиновый пенообразователь «Эталон» [1–4].

Оценка степени влияния структурных изменений ячеистого бетона при корректировке его состава (введения дисперсных и волокнистых компонентов) была изучена микроструктура пенобетона при помощи электронной микроскопии. Для сравнения были выбраны образцы пенобетона марки D500 на чистом цементном вяжущем; с использованием дисперсных компонентов (на основе композиционного вяжущего), а также разработанных составов с дисперсными компонентами и волокном.

Анализ микроструктуры пенобетона на основе цементного вяжущего (рис. 1, а, б, в) и на основе модифицированного вяжущего (рис. 1, г, д, е) позволяет установить, что оба образца обладают полидисперсной пористой структурой со сферическими порами и четкой межпоровой перегородкой. Однако, для образца пенобетона, на основе вяжущего с дисперсными модификаторами, отмечается более широкий диапазон размеров пор (от 0,5 до 2 мм) (рис. 1, г).

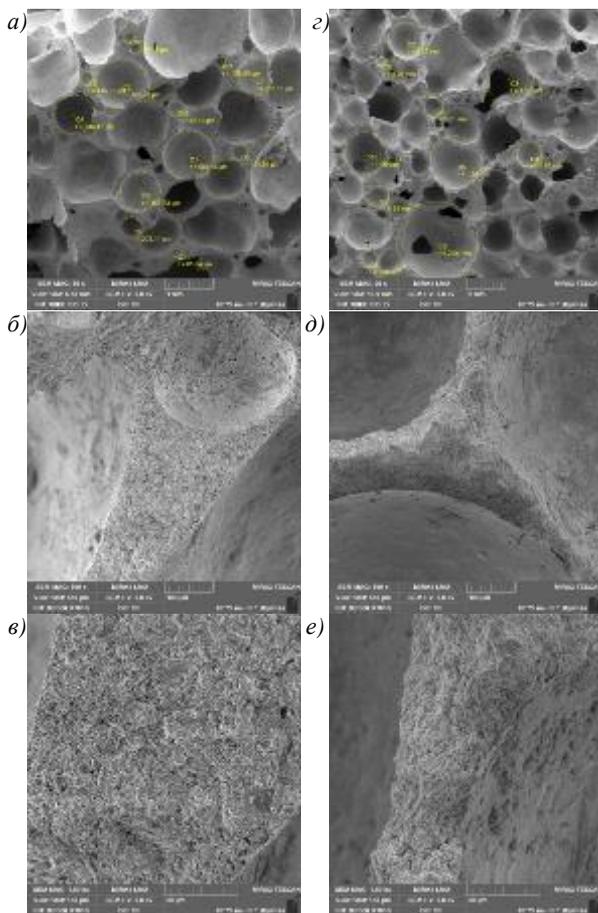


Рис. 1. Микроструктура пенобетона: *а, б, в* – на основе цемента; *г, д, е* – на основе вяжущего с дисперсными модификаторами

На снимках микроструктуры также заметно изменение толщины межпоровых перегородок (рис. 1, *б, в, д, е*): с 130 до 250 мкм для пенобетона на основе цемента до 80–150 мкм при введении дисперсных модификаторов. Также в образце на основе цемента отмечаются дополнительные пустоты в объеме межпоровой перегородки, тогда как введение КС и ангидрита приводит к монолитизации структуры, что подтверждает данные по повышенным прочностным показателям готовых изделий [5].

Введение фибры приводит к изменению в пористости (рис. 2). В случае базальтовой фибры (рис. 2, *а*) размер пор практически не меняется

по сравнению с пенобетоном с дисперсными модификаторами без фибры – диаметр пор находится в диапазоне 0,9–2,02 мм.

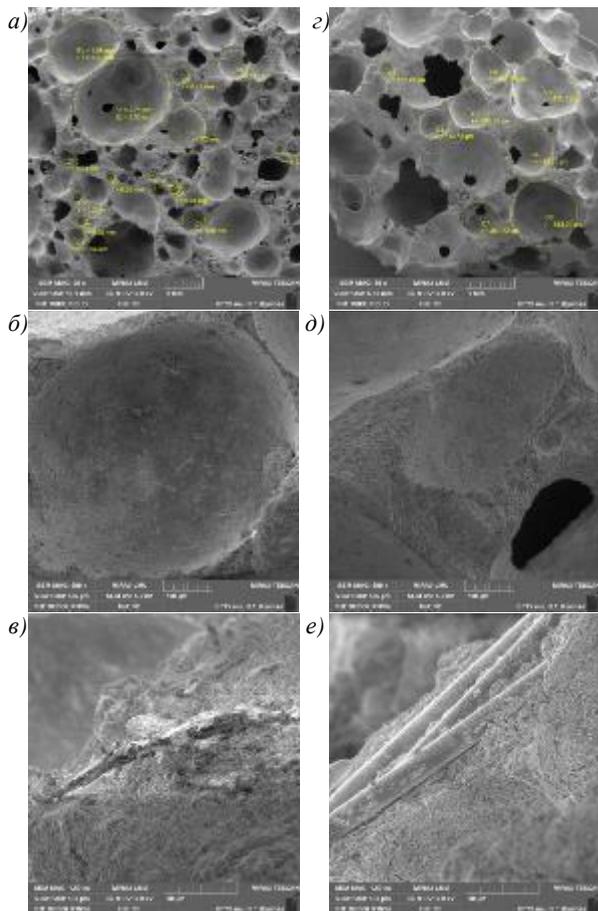


Рис. 2. Микроструктура пенобетона с фиброй: *а, б, в* – базальтовое волокно; *з, д, е* – стекловолокно

Однако меняется форма пустот: преобладают овальные и многогранные поры разного поперечного размера. В случае стекловолокна поры становятся меньше (0,3–1,5 мм) преимущественно правильной сферической формы (рис. 2, *з*). Отметим, что полидисперсность пор сохраняется в обоих случаях – как при введении базальтовой фибры, так и при введении стекловолокна. В пенобетоне независимо от вида фибры края пор ровные, хорошо огранные; дно и стенки пор гладкие (рис. 2, *б, д*). В

пользу предположения о влиянии фибры на морфологию порового пространства свидетельствует также характер расположения и взаимодействия волокна и матрицы композита (рис. 2, в, е): Базальтовое волокно располагается преимущественно в пространстве межпоровой перегородки, разделяя поры между собой (рис. 2, в), стеклянная фибра располагается отдельными комковыми, пучкообразными включениями (рис. 2, е).

Таким образом, установлены особенности микроструктуры ячеистого бетона различного состава с использованием комплекса минеральных модификаторов. Показано, что введение дисперсных компонентов различной геометрии обеспечивает качественное уплотнение межпорового пространства за счет монолитизации матрицы, обеспечивает формирование полидисперсной пористости с более широким размерным диапазоном, а также изменение морфологии пор с правильной округлой на многогранную. Все это в совокупности способствует повышению теплоизолирующих показателей ячеистого бетона за счет формирования гетеропористой полиморфной поровой структуры.

Работа выполнена в рамках Стипендии президента РФ СП-3577.2021.1. с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В. Г. Шухова.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Строкова В.В., Нецвет Д.Д., Нелюбова В.В., Серенков И.В. Свойства композиционного вяжущего на основе наноструктурированной суспензии // Строительные материалы. 2017. № 1-2. С. 50-54.
2. Винакова А.Ю., Нецвет Д.Д., Нелюбова В.В. К вопросу о получении и применении сульфатов кальция // Образование. Наука. Производство: Материалы X Международного молодежного форума с международным участием. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2018. – С. 453-457.
3. Серенков И.В., Нецвет Д.Д. Фибра как компонент ячеистобетонных смесей // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. С. 1801-1804.
4. Попов, А.Л. Влияние природы пенообразователей на физико-технические свойства пен / А.Л. Попов, В.В. Нелюбова, Д.Д. Нецвет // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2018. – № 3. – С. 5-12.
5. Нецвет, Д.Д. Исследование влияния минеральных добавок на кинетику набора прочности вяжущим / Д. Д. Нецвет, Х. О. Хомидов // Образование. Наука. Производство: Сборник докладов XIV Международного молодежного форума, Белгород, 13–14 октября 2022 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. – С. 61-64.

Ниязова В.Е., магистрант

Научный руководитель: канд.техн. наук, доц.
Калмагамбетова А.Ш.

Карагандинский технический университет
им. Абылкаса Сагинова, г. Караганда, Казахстан

ВЛИЯНИЕ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ТЯЖЕЛЫХ БЕТОНОВ

Материалы «конгломератной» структуры, типа бетона, получают при формировании твердении оптимальной смеси вяжущего, воды, заполнителя и модифицирующих добавок. В настоящее время бетон – это самый применяемый в мире строительный материал. Ежегодное его потребление исчисляется миллионами кубических метров. Современная городская архитектура уже не мыслима без применения бетонных и железобетонных конструкций, удовлетворяющих требованиям по безопасности, эксплуатационной пригодности, долговечности, а также комплексу требований, указанным в задании на проектирование.

Качество сырьевых компонентов, используемых для его приготовления, является определяющим фактором для соблюдения всех этих условий. Учитывая тот факт, что на долю заполнителей приходится более 80 % всего объема материала (рис. 1), их свойствами просто нельзя пренебрегать.

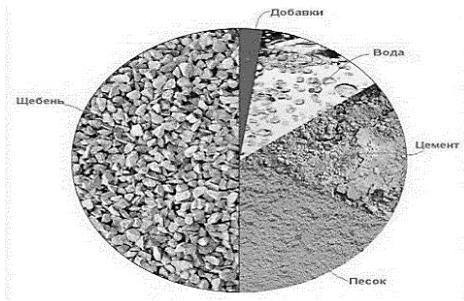


Рис. 1. Распределение компонентов в бетоне

Внедрению в практику строительства зернистых материалов предшествует ряд проектно-исследовательских этапов:

– геологические изыскания (первичная информация о генетике слагаемых пород, свойствах, стабильности, запасах ит.д.);

- испытание материалов по профилю строительства (выявление соответствия заполнителя требованиям нормативной документации);
- испытание заполнителей в бетоне (стойкость заполнителей к щелочам цемента, сопоставимость компонентного состава).

Если выполнение первого этапа – это приоритет геологических служб, то разработка последующих отводится специализированным строительным лабораториям.

Требования к свойствам заполнителя, в зависимости от вида и назначения, изложены во многих нормативных документах. Даже без учета специфических определений мы получим ряд характеристик, обязательных для всех видов заполнителей: гранулометрический состав, формазерен, прочность, наличие зерен слабых пород, пылевидных и глинистых частиц, морозостойкость, петрографические характеристики, присутствие дробленых зерен, плотность, пористость, пустотность, водопоглощение и т. д. Чтобы увязать все эти показатели заполнителя с качеством бетона, необходимо рассмотреть основные схемы разрушения данного композита (рис. 2).

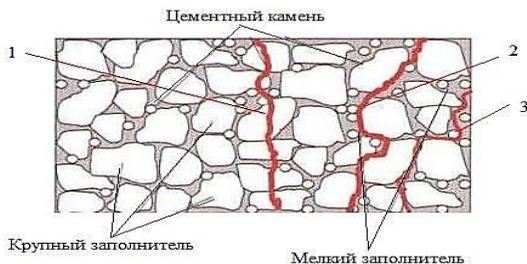


Рис. 2. Формирование жесткого каркаса бетона и схемы его разрушения:
 1 – по зерну наполнителя; 2 – по зоне контакта заполнителя цементного камня;
 3 – по цементному камню

Можно выделить следующие причины разрушения по заполнителю:

1. Наличие включений слабых горных пород. К таким включениям относятся зерна с прочностью при сжатии исходной горной породы до 20 МПа (в водонасыщенном водосостоянии).

В данном случае прочность этих зерен заполнителя недостаточна, что способствует накоплению деструкций и в последующем, приводит к аварийному состоянию всей конструкции. Вследствие этого к заполнителю предъявляются требования по содержанию зерен слабых горных пород, что снижает воздействие такого дефекта.

2. Низкая морозостойкость гранул, несмотря на высокие исходные прочностные показатели. В результате расклинивающего действия

воды гранулы разрушаются, структура бетона изменяется, а через несколько циклов замораживания-оттаивания прочность всей системы снижается, что ведет к аварийному состоянию конструкции.

Марка по морозостойкости крупного заполнителя для бетона, используемого в строительстве несущих и ограждающих конструкций, должна составлять не ниже F100.

3. Высокое содержание щелочей в цементном камне. Это способствует постепенному разъеданию поверхностных слоев зерен, а в дальнейшем приводит к снижению работоспособности всей конструкции.

Постоянство гранулометрического состава крупного и мелкого заполнителей, их смеси является одним из определяющих факторов стабильности показателей качества бетонной смеси и бетона. Поэтому к зерновому составу предъявляется ряд жестких требований. Во-первых, регламентируется величина наибольшего и наименьшего номинального размера зерен. Во-вторых, проводится ситовой анализ посредством отсева пробы на стандартных ситах (для крупного – 5, 10, 20, 40, 80 мм, для мелкого – 0.16, 0.315, 0.63, 1.25, 2.5, 5.0 мм). На основе полученных результатов строится кривая отсева (рис. 3), положение которой на графике строго регламентировано. В случае отклонения необходимо проводить обогащение или рассев на фракции с дальнейшим составлением смеси. Кроме того, даются рекомендации по применению песков различной крупности для бетона.

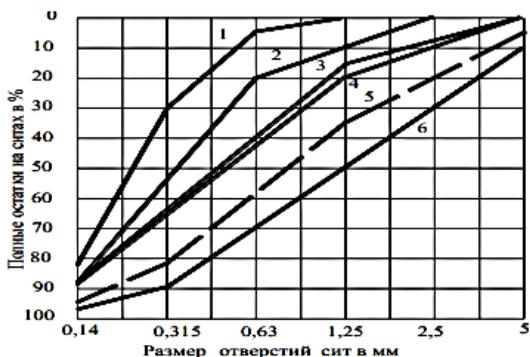


Рис. 3. График зернового состава песка

В связи с тем, что природные песчано-гравийные смеси характеризуются крайним непостоянством зернового состава, СП70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» предъявляются следующие обязательные требования:

– заполнители для бетонов должны быть фракционированными и чистыми;

– запрещается применять природную смесь песка и гравия без отсева нафракции.

Если рассматривать составляющие бетона по активности, то цементный камень, обладающий большей активностью, подвержен различным видам коррозии. Поэтому, уменьшая в составе бетона долю цементного камня за счет сокращения количества вяжущего, можно снизить вероятность такого разрушения [1].

На основании вышеизложенного можно дать следующие технические рекомендации по разработке качественного и долговечного бетона:

1. Правильный выбор исходных компонентов.

– исходные компоненты, должны отвечать требованиям нормативной документации по направлению использования;

– недопустимо применение загрязненных и необогащенных заполнителей;

– состав, структура и свойства компонентов должны быть стабильными.

2. Сопоставление конструктивных особенностей изделий с характеристиками компонентов бетона:

– крупность заполнителя выбирают с учетом геометрии изделия и способа армирования;

– морозостойкость крупных заполнителей должна обеспечить получение бетона требуемой марки по морозостойкости;

– прочность заполнителя должна превышать проектную прочность бетонанеменеечем в 1,5раза.

3. Проектирование состава с учетом специфических особенностей исходных компонентов и назначения бетона. Разработка состава бетона с наиболее плотной упаковкой зерен заполнителя и минимальным содержанием вяжущего, соответствующего наиболее рациональной области применения.

4. Соблюдение норм производства бетонных и железобетонных конструкций:

– выполнение требований по условиям хранения материалов на всех технологических этапах;

– мероприятия, направленные на обязательное соблюдение технологических требований по дозировке, смешиванию, армированию, формированию, условиям твердения и отгрузке изделий;

– учет временных факторов при монолитном домостроении;

– соблюдение качества строительно-монтажных работ.

Планомерная разработка и исследования от исходного сырья до готовой продукции позволяют гарантировать безопасность, эксплуатационную пригодность и долговечность бетонных конструкций [2-4]. Выполнение всего комплекса мероприятий

возможно только с привлечением квалифицированных специалистов профильных строительных лабораторий и испытательных центров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кравцов А.И., Макаева А.А. Новые стандарты и строительное образование [Электронный ресурс] // Университетский комплекс как региональный центр развития образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф., 31 янв.–2 февр. 2018 г., Оренбург / М-во образования и науки Рос. Федерации, Оренбургский гос. ун-т. Оренбург, 2018. С.262-265.

2. ГОСТ 8267-93. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ.

3. ГОСТ 8269-0-97. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний.

4. Волков В. Г., Елшин И. М., Харин А. И., Хрусталев М. Н. Обогащение и фракционирование природных песков для бетона гидравлическим способом.

Попкова М.В., магистрант

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.

Калмагамбетова А.Ш.

*Карагандинский технический университет
им. Абылкаса Сагинова г. Караганда, Казахстан*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Ежегодное увеличение рынка автотранспортных средств приводит к увеличению объемов отходов, особенно от изношенных шин. В связи с этим возникает очень серьезный вопрос: как же все-таки утилизировать изношенные шины? Проблема утилизации изношенных шин представляет собой серьезный вызов для окружающей среды и общества в целом. Повторное использование отходов резинотехнических изделий является ключевым фактором в обеспечении экологической безопасности. Это обусловлено тем, что изношенные шины, выброшенные из эксплуатации, часто оканчивают свой путь на свалках, создавая значительные запасы отходов. Эти отходы становятся источниками возгораний из-за высокой горючести шин.

Экономическая значимость использования резинотехнических отходов проявляется в том, что шины содержат каучук, извлекаемый из

ограниченного ресурса - нефти. Одна тонна таких отходов может включать до 700 кг каучука. Вместе с тем, сжигание этих отходов приводит к выбросу в окружающую среду 270 кг сажи и 450 кг токсичных газов, что негативно сказывается на экологии [1]. Повторное использование изношенных шин предоставляет возможность вновь использовать каучук со всеми его полезными свойствами в производстве, обеспечивая дополнительную экономическую выгоду. Учитывая рост стоимости природных ресурсов, это также способствует развитию технологий вторичной переработки в контексте экономической эффективности энергоресурсов.

В строительной области резинотехнические отходы находят широкое применение, предоставляя уникальные свойства и решения для различных строительных задач. После переработки изношенных шин можно использовать абсолютно все его составляющие. Резиновую крошку разных фракций добавляют в качестве добавки в бетоне, для дорог, делают амортизационные покрытия для создания безопасных покрытий детских площадок и велодорожек, а текстильный корд используют для звуко и теплоизоляции, металлический корд можно переплавлять [2].

Особо хочется отметить использование резиновой крошки для детских площадок представляет собой перспективное и инновационное направление с положительными экологическими и безопасными аспектами. Во-первых, резиновая крошка обладает амортизационными свойствами, что делает ее отличным материалом для создания безопасных поверхностей на детских площадках. Это смягчает удары при падениях и снижая риск получения травм. Во-вторых, данная крошка устойчива к воздействию влаги, ультрафиолетового излучения и экстремальных температур, что обеспечивает долгий срок службы покрытия детских площадок. В-третьих, обладает высокой степенью износостойкости, что делает ее стойкой к многократному использованию и интенсивной активности детей. В-четвертых, резиновая крошка доступна в различных цветах и формах, что позволяет создавать креативные и интересные дизайны на детских площадках. Это может включать в себя различные узоры, изображения и даже интерактивные элементы. В-пятых, использование резиновой крошки на детских площадках способствует утилизации отходов, так как она производится из переработанных шин. Это содействует сокращению объема отходов и поддерживает принципы устойчивого развития. И, наконец, в-шестых, резиновая крошка легко чистится и поддерживается в чистоте, что упрощает процесс ухода за детской площадкой [3].

Подобной перспективой обладают и велодорожки. В асфальтобетон добавляется резиновая крошка, такой бетон имеет повышенный

коэффициент сцепления и в некоторых случаях гасит вибрацию движущегося велосипеда [4].

Проведем сравнение между асфальтобетоном (А1) на основе резиновой крошки и покрытие для детских площадок (Пм).

Таблица 1

Критерии и шкала оценок						
№	Критерий	←хуже Шкала сравнений лучше (баллы)→				
		1	2	3	4	5
1	Удобство езды на велотранспорте	невозможно	удовлетворительно	хорошо	удобно	комфортно
2	Время образования неровностей	3 месяца	6 месяцев	1 год	3 года	5 лет
3	Цена материала по строительству	очень высокая	высокая	средняя	низкая	незначительная
4	Контрастная видимость	незначительная	низкая	средняя	высокая	очень высокая
5	Себестоимость установки покрытия	очень высокая	высокая	средняя	низкая	незначительная
6	Долговечность	незначительная	низкая	средняя	высокая	очень высокая
7	Ремонтопригодность	незначительная	низкая	средняя	высокая	очень высокая
8	Относительные затраты на ремонт	очень высокая	высокие	средние	низкие	незначительная
9	Коэффициент сцепления	недостаточный	низкий	средний	высокий	очень высокая
10	Морозостойкость покрытия	незначительная	низкая	средняя	высокая	очень высокая
11	Экологичность	незначительная	низкая	средняя	высокая	очень высокая

Таблица 2

Сравнение материалов покрытия			
№	Критерий	Асфальтобетон А1(баллы)	Покрытие для детских площадок Пм (баллы)
1	Удобство езды на велотранспорте	5	4
2	Время образования неровностей	4	4
3	Цена материала по строительству	4	2
4	Контрастная видимость	2	5
5	Себестоимость установки покрытия	4	2
6	Долговечность	4	4
7	Ремонтопригодность	4	2
8	Относительные затраты на ремонт	3	2
9	Коэффициент сцепления	4	3
10	Морозостойкость покрытия	3	4
11	Экологичность	3	2

Проведя сравнительный анализ, можно заметить, что покрытия схожи почти во всех характеристиках. Это показывает на сколько

эффективно можно использовать резиновую крошку. В целом, резиновая крошка демонстрирует свою эффективность и универсальность в различных областях, принося пользу как в аспектах безопасности и комфорта, так и в плане устойчивости к износу и экологической устойчивости.

Таким образом, можно сделать вывод, что резиновая крошка устойчива к воздействию погодных условий; является отличным амортизатором и подходит для создания безопасных покрытий на детских площадках, спортивных полях и других местах, где важна защита от травм; обладает высокой износостойкостью, что обеспечивает долгий срок службы покрытия; может использоваться не только в строительстве и ландшафтном дизайне, но и в других областях; возможность использования вторичного производства способствует уменьшению потребления новых материалов и снижению экономических затрат; процесс укладки относительно быстр и удобен, что сокращает сроки строительства и снижает затраты трудовых ресурсов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боровский, Б. В. Изношенные автопокрышки: методы переработки (инновационный экологический фонд) / Б. В. Боровский // Твердые бытовые отходы. – 2007. - №4. – С. 4-5.
2. Потапов, И. И. Утилизация автомобильных шин / И. И. Потапов, А. И. Короленко, и А. Щетинина // Научные и технологические аспекты охраны окружающей среды. – 2002. – №2. - С. 23-27.
3. Покрытие для детских площадок из резиновой крошки и резины // stroychik.ru – URL: <https://stroychik.ru/hozpostrojki/rezinovoe-pokrytie-dlya-detskih-ploshhadok#i>
4. Материалы из резиновых и каучуковых отходов // bibliotekar.ru. – URL: <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-110-stroitelnye-materialy/38.htm?ysclid=137fadg6k1>.

Пухов И.Е., студент,
Лимощенко В.А., студент

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.
Хахалева Е.Н.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНОГО БЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ УНИКАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

С развитием производственных технологий и повышением технологической обеспеченности проектных решений стали широко использоваться бетоны нового поколения с повышенными технологическими и эксплуатационными свойствами, а также с гарантированными показателями качества, что особенно важно при возведении сложных инженерных сооружений [1].

Высокопрочный бетон – это бетон с повышенными физико-механическими характеристиками, с пределом прочности на сжатие более 60 МПа. Данный бетон приравнивается к малоподвижным и жёстким смесям, так как водоцементное отношение (В/Ц) меньше 30%. Также значительное уменьшение водоцементного отношения менее 25% позволило получить прочность бетона 120-140 МПа.

Рассматриваемый вид материала позволяет возвести любую сложную архитектурную конструкцию, так как в составе имеются вещества, эффективно взаимодействующие с надёжными армирующими свойствами. Основными компонентами высокопрочного бетона, которые в дальнейшем определяют его характеристики являются:

- мелкозернистый полевошпатовый кварцевый песок размером от 0,14 до 0,65 мм мелкой фракции и размером от 1,25 до 5 мм крупной фракции;

- вяжущие соединения (активные портландцементы) со значением густоты 25% и минимальным уровнем активности от 500 до 600;

- крупнозернистый заполнитель, чаще всего щебень, предварительно отсортированный без мелких частиц, фракции могут быть разными от 2 до 4 см, от 1 до 2 см, от 0,5 до 1 см;

- тонкомолотым ингредиентом является кремнеземная пыль, способствующая увеличению скорости протекания реакции между цементной смесью и песком;

- суперпластификаторы с пуццолановыми добавками (микрокремнезем, золы, шлаки, метакаолин).

Исходя из практических исследований следует, что при увеличении прочности бетона можно уменьшить объем бетона и массу конструкции на 20...25%, расход используемой арматуры на 10...15%, снизить

трудоемкость изделий, а также повысить долговечность и пожаростойкость конструкции, что в свою очередь экономически выгодно. Высокопрочные бетоны отлично воспринимают сжимающие нагрузки, растяжение и изгиб, поэтому должны применяться для изготовления облегченных прочных и долговечных железобетонных несущих каркасов и конструкций сооружений с высокой прочностью на сжатие [2].

В мировой практике высокопрочный бетон с прочностью 131 МПа впервые был применен при возведении небоскреба «Two Union Square» (рис. 1) в городе Сиэтл, высотой 226 метров в 1988 г. Несущий каркас здания выполнен из трубобетона и представляет собой четыре колонны диаметром три метра, которые связываются в единую систему с четырнадцатью колоннами метрового диаметра [3]. Уникальные свойства высокопрочного бетона открывают широкий спектр в реализации различного рода зданий таких как: 160 – этажный небоскрёб – Бурдж-Халифа и отель Бурдж-Аль-Араб в Дубае, тоннель под проливом Ла-Маншем, вантовый мост (виадук) Millau Viaduct и многое другое.



Рис. 1. Первый небоскрёб «Two Union Square» из высокопрочного бетона (г. Сиэтл)

В России в последние время повышается спрос на высотное строительство, где активно начинают применять высокопрочные бетоны. Наиболее крупные проекты – это «Москва-Сити», «Лахта-центр», также небоскребы возводятся в Екатеринбурге, Хабаровске, Челябинске, Владивостоке. При возведении башен «Федерация» в Москве был применен гранитный щебень, для получения класса бетона с прочностью 140 МПа, а при строительстве «Лахта-центр» в Санкт-Петербурге гранитный щебень заменили на габбро-диабазовый, у которого исходная прочность выше 200 МПа. В результате итоговые составы смеси имели среднюю прочность 99 МПа, что соответствует классу В75 [4]. Также за последние десять лет в Российской Федерации возведено 250 тыс. м³

железобетонных конструкций из высокопрочного бетона классов В50-В60 и выше.

Высокопрочные бетоны нашли применение в транспортном строительстве в железобетонных туннелях для обделки тоннелей, в аэродромных покрытиях, в стропильных конструкциях ТЭЦ. Также он используется при изготовлении сборных предварительно напряженных пролетных строений мостов, в объектах для хранения радиоактивных отходов и в морских сооружениях, таких как нефтедобывающие платформы, швартовые палы, массивные якоря, туннели и плавучие средства, используемые для работ в океане и в ряде других специальных сооружениях, где применение других строительных материалов невозможно [1, 5].

Успешная практика применения высокопрочных бетонов в уникальных сооружениях (небоскребы, туннели, мосты, корпуса и защитные оболочки атомных реакторов на АЭС, морские платформы для добычи нефти и газа) подтверждает таких бетонов особенные строительные-технические возможности. Данный вид материала позволяет существенно снизить затраты на материалы, а также обеспечить высокую надежность конструкции, качество, сейсмостойчивость и гарантировать продолжительный срок эксплуатации сооружения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черемисина Н.А. Применение высокопрочных бетонов в строительстве // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки - развитию регионов Сибири. 2011. Т. 2. С. 193-196.

2. Сулейманова Л.А. Высококачественные энергосберегающие и конкурентноспособные строительные материалы, изделия и конструкции // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №1. С. 9-16.

3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://web.snauka.ru/issues/2017/03/79416> (дата обращения: 17.10.2023).

4. Шилов А.В., Шилов А.А., Кузнецов А.И. Применение высокопрочного бетона в каркасных высотных зданиях и сооружениях // Строительство-2014: Современные проблемы промышленного и гражданского строительства. Материалы международной научно-практической конференции. Ростовский государственный строительный университет, Институт промышленного и гражданского строительства. 2014. С. 43-45.

5. Милькина А.С. Перспектива применения высокопрочного бетона // Наука и инновации в строительстве. (к 45-летию кафедры строительства и городского хозяйства): сборник докладов Международной научно-практической конференции. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2017. С. 135-138.

Рябчевский И.С., аспирант,
Богачева М.А., аспирант,
Сулейманов К.А., ассистент

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф.
Сулейманова Л.А.

Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ ЯЧЕЙСТЫХ БЕТОНОВ

В современном строительстве одним из важнейших материалов являются ячеистые бетоны, обладающие уникальными свойствами, такими как легкость, высокая теплоизоляция и прочность [1-4]. Однако для эффективного проектирования и использования ячеистых бетонов необходимо иметь подробное представление о их пористой структуре. Поры и каналы внутри бетонной матрицы играют ключевую роль в определении физических и механических характеристик материала, таких как прочность, тепло- и звукоизоляция.

Понимание пористой структуры ячеистых бетонов не только способствует разработке более эффективных строительных материалов, но также позволяет оптимизировать процессы производства и улучшить экологические характеристики бетонных конструкций.

Определение пористой структуры ячеистых бетонов может быть выполнено с использованием разнообразных методов и техник (рис. 1).

Метод компьютерной томографии (СТ), основан на использовании рентгеновских лучей, которые проходят через образец бетона. Когда лучи проходят через материал, они слабо поглощаются материалом, за исключением веществ, которые более плотные, таких как пористая структура бетона. После прохождения через образец лучи попадают на детекторы, и информация о их поглощении используется для создания трехмерного изображения внутренней структуры материала [5].



Рис. 1. Методы определения пористости ячеистых бетонов

СТ-сканирование обеспечивает высокую пространственную разрешающую способность, что позволяет видеть поры и каналы внутри бетона на микроуровне. Также данный метод не требует разрушения образца, что позволяет сохранить исследуемый материал для последующих исследований.

Однако СТ-сканирование включает в себя использование рентгеновских лучей, что может быть проблематично при исследовании больших образцов и требует соблюдения соответствующих мер безопасности. Метод может быть менее точным при анализе материалов с низкой разницей в плотности между порами и матрицей. При этом обработка данных СТ может потребовать специализированных программных средств и вычислительных ресурсов.

Микроскопия – это обширная группа методов, позволяющих исследовать пористую структуру материалов, включая ячеистые бетоны, на различных уровнях увеличения [6]. В зависимости от конкретной задачи и доступных средств могут использоваться разные виды микроскопии, такие как оптическая микроскопия и сканирующая электронная микроскопия (SEM).

Оптический микроскоп использует видимый свет для освещения образца. Свет проходит через объективы и линзы, увеличивая изображение образца. Это позволяет исследовать структуру материала на макроскопическом уровне. Для анализа пористой структуры ячеистых бетонов, образец может быть подготовлен в виде тонких срезов, чтобы показать внутренние детали. Оптические микроскопы широко распространены и относительно доступны для большинства лабораторий.

SEM использует пучок электронов вместо света для освещения образца. Когда электроны взаимодействуют с образцом, они создают детальное изображение его поверхности. SEM позволяет получить высокоразрешающие изображения пористой структуры бетона на микроскопическом и даже наномасштабе [6].

Методы измерения плотности материалов, включая ячеистые бетоны, играют важную роль в определении пористой структуры. Существует несколько методов для измерения плотности материалов:

Плотиметрия (гидростатическое взвешивание). Данный метод основан на законе Архимеда, согласно которому любой предмет, погруженный в жидкость, выталкивает из жидкости объем, равный своему собственному объему. Для измерения плотности ячеистого бетона образец взвешивается в воздухе и затем в жидкости, обычно воде. Разница в весе позволяет вычислить объем образца, а плотность определяется как отношение массы к объему. Однако данный метод не позволяет различать различные компоненты внутри материала, такие

как поры и матрица, а также не дает информацию о размерах и распределении пор.

Поросиметрия. Этот метод используется для определения размеров и распределения пор в материале. Существуют разные виды поросиметрии, но одним из наиболее распространенных методов является меркурийская поросиметрия. В этом методе образец насыщается ртутью, и измеряется давление, которое ртуть оказывает на материал в зависимости от его пористой структуры. Это позволяет определить размеры пор и распределение пор в материале. При этом работа с ртутью требует соблюдения особых мер безопасности.

Измерение плотности и поросиметрия являются важными методами для определения пористой структуры ячеистых бетонов. Обычно они применяются в сочетании с другими методами, такими как микроскопия и компьютерная томография, чтобы получить более полное представление о структуре материала.

Ультразвуковые методы являются мощным инструментом для анализа пористой структуры материалов, включая ячеистые бетоны. Эти методы используют ультразвуковые волны для определения физических свойств материала и структуры пор [7, 8].

Ультразвуковые методы основаны на измерении времени, которое требуется ультразвуковым волнам для прохождения через материал и возврата обратно [9]. Ультразвуковые волны проникают в материал и могут быть отражены или рассеяны различными структурами и компонентами внутри материала, включая поры и каналы. Измеряя время задержки и амплитуду возвратных ультразвуковых волн, можно получить информацию о структуре и физических свойствах материала.

Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) – это метод анализа пористой структуры материалов, который использует взаимодействие молекул с ядерными магнитными моментами (ядерными спинами) с магнитным полем и радиочастотным излучением. ЯМР обычно применяется в химии и биологии, но также может быть использован для исследования материалов, включая ячеистые бетоны [10].

Принцип работы метода ЯМР: Ядра атомов (например, водорода, кислорода, углерода) обладают магнитными моментами, что означает, что они взаимодействуют с магнитным полем. В начальном состоянии ядра выстроены вдоль магнитного поля. Под действием радиочастотного излучения (RF-импульса) ядра могут перейти в состояние, где их магнитные моменты поворачиваются вдоль новой оси, перпендикулярной магнитному полю.

После окончания воздействия RF-импульса ядра возвращаются к исходному состоянию. Процесс возврата сопровождается излучением радиочастотных сигналов, которые регистрируются и используются для создания спектра ЯМР. Спектр ЯМР предоставляет информацию о

магнитных свойствах и взаимодействии ядер внутри материала. В частности, он может позволить исследовать взаимодействие молекул воды с порами и каналами бетона [10].

Однако широкое применение данного метода ограничено тем, что ЯМР требует специализированного оборудования, и данный метод лучше всего работает в материалах с высоким содержанием воды, что может ограничивать его применение в более сухих материалах.

Рентгенография – это метод исследования, который использует рентгеновские лучи для создания изображений внутренней структуры материалов и объектов. Этот метод может быть использован для анализа пористой структуры различных материалов, включая ячеистые бетоны [11].

В рентгенографии используются рентгеновские лучи, которые являются высокоэнергетическими фотонами. Лучи проходят через исследуемый материал и взаимодействуют с его атомами, что приводит к рассеянию и поглощению лучей. Как результат, на детекторе регистрируются интенсивность и распределение прошедших лучей.

Плотные материалы и компоненты материала будут более поглощать рентгеновские лучи, что создает различия в интенсивности лучей, отражаемых от разных частей материала. Измеряя интенсивность и угол рассеяния лучей, можно создать изображение внутренней структуры материала.

Рентгенография не разрушает образец и может использоваться для неконтактного изучения внутренней структуры материала. Также рентгенография обеспечивает высокое разрешение изображений, что позволяет видеть мелкие детали и поры в материале. Однако рентгеновские лучи являются формой ионизирующего излучения, поэтому при работе с ними необходимо соблюдать соответствующие меры безопасности. При этом рентгенография может показать различия в плотности материала, но не всегда позволяет различить разные компоненты внутри материала.

Метод анализа изображений включает оцифровку поверхности за счет получения с помощью цифровой фотокамеры серии цифровых изображений поверхности ячеистого бетона, снятых при последовательном освещении с разных сторон падающими под углом к поверхности ячеистого бетона световыми лучами [12, 13]. Затем изображения импортируются в специализированную программу для обработки изображений для последовательного сравнения интенсивности красной, зеленой и синей составляющих каждого пикселя серии изображений и формирование нового изображения с пикселями, интенсивность которых наиболее близка к черному цвету.

Также для получения цифровых изображений поверхности ячеистого бетона применяют красящие составы [14], включающая

предварительную обработку поверхности ячеистого бетона рядом последовательных операций: шлифовки до ровной однородной поверхности, продувки поверхности компрессором, равномерного покрытия поверхности пигментной смесью на основе черной водорастворимой гуаши, сушки, повторной шлифовки и продувки; оцифровку поверхности ячеистого бетона бытовым планшетным сканером с последующим определением параметров пористости ячеистого бетона.

Данные методы являются наименее трудоемкими за счет отсутствия необходимости применения специализированного оборудования.

Методы оценки пористой структуры ячеистых бетонов предоставляют важную информацию о внутренней структуре этих материалов, что имеет решающее значение для их улучшения и оптимизации. Существует разнообразие методов, каждый из которых обладает своими уникальными преимуществами и ограничениями.

Важным аспектом является мультискейловый анализ, который предполагает сочетание различных методов с разными уровнями разрешения и глубины анализа. Это позволяет получить полное представление о пористой структуре на разных уровнях. Кроме того, большинство из этих методов неинвазивны и не разрушают материал, что важно при изучении пористой структуры. Они позволяют изучать материал, не повреждая его.

Однако следует учесть, что многие из этих методов требуют специализированного оборудования и экспертизы для правильного применения и интерпретации результатов.

Таким образом, методы оценки пористой структуры ячеистых бетонов представляют собой важный инструмент при их производстве и исследовании. Сочетание различных методов позволяет получить наиболее полное представление о внутренней структуре материала, что способствует его более эффективному использованию в строительстве и других областях применения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулейманова Л.А., Погорелова И.А., Кондрашев К.Р., Сулейманов К.А., Пириев Ю.С. Энергосберегающие газобетоны на композиционных вяжущих // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 4. С. 73-83.

2. Сулейманова Л.А. Управление процессом формирования пористой структуры ячеистых бетонов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 2. С. 69-76.

3. Сулейманова Л.А., Коломацкий А.С., Погорелова И.А., Марушко М.В. Повышение эффективности производства и применения ячеистых бетонов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 11. С. 34-42.
4. Сулейманова Л.А., Коломацкая С.А., Кара К.А. Энергоэффективный газобетон // В сборнике: Научные и инженерные проблемы строительного-технологической утилизации техногенных отходов. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. С. 218-220.
5. Компьютерная томография пенобетона / С. П. Осипов, И. А. Прищепа, А. И. Кудряков [и др.] // Системы. Методы. Технологии. – 2018. – № 2(38). – С. 146-152.
6. Вылегжанин В.П., Пинскер В.А., Петрова Т.М. Микропористость ячеистого бетона и ее влияние на теплопроводность // Строительные материалы. 2021. № 8. С. 67–71.
7. Alkhalefah H., Faza S.S. Application of ultrasonic testing to characterize the mechanical properties and porosity of cellular concrete // Construction and Building Materials. 2012. No 31. P. 312-318.
8. Beaucour A.L., Villemin D., Valentin A. Ultrasonic Characterization of Concrete Porosity // In Proceedings of the 5th Asia Conference on Mechanical and Materials Engineering. 2018. P. 447-454.
9. Бойчук А.С., Чертищев В.Ю., Диков И.А., Генералов А.С. Оценка возможности определения пористости в углепластике ультразвуковым теневым методом // Труды ВИАМ. 2017. №7 (55). С. 102-109.
10. Cherepetskaya E.B., Zalevskii Ia.O. Study of porosity of sedimentary rock samples by nuclear magnetic resonance and laser- ultrasound diagnostics // MIAB. Mining Inf. Anal. Bull. 2023. No (8). P. 63-71.
11. Bortolotto, T., Lura, P., Kaufmann, J. Combined use of X-ray micro-computed tomography and scanning electron microscopy for the investigation of frost damage in cementitious materials // Cement and Concrete Research. 2014. No 65. P. 54-67.
12. Raki, L., Beaudoin, J.J. Image analysis for characterization of pore space in cementitious materials // Cement and Concrete Research. 2003. No 33(1). P. 149-157.
13. Banfill, P. F. G., & Ball, R. J. Use of image analysis to measure porosity in construction materials. Construction and Building Materials. 2006. No 20(8). P. 664-671.
14. Бедарев, А.А. Оптимизация и управление процессами структурообразования ячеистого силикатного бетона на основе мультипараметрической модели : диссертация ... кандидата технических наук : 05.23.05 / Бедарев Анатолий Андреевич. - Воронеж, 2013. С. 104-105.

Сабынин В.В., аспирант,
Левшин Д.Э., студент

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф.
Сулейманова Л.А.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ ЭФИРОВ ПОЛИКАРБОКСИЛАТОВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

Одним из перспективных направлений повышения качества бетонных и железобетонных конструкций является использование пластифицирующих добавок в технологии производства бетона [1-6]. Использование добавок является весьма эффективным и экономичным способом улучшения технологических и физико-механических свойств бетона [7-12].

Исследовано влияние модификаторов на основе эфиров поликарбоксилатов на удобоукладываемость бетонной смеси и прочность бетона с проектным классом по прочности на сжатие В25.

Эффективность действия добавок оценивалась в соответствии с требованиями ГОСТ 30459-2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Определение и оценка эффективности».

В качестве сырьевых материалов использовались:

- портландцемент ЦЕМ I 42,5Н;
- песок кварцевый с модулем крупности 1,68;
- известняковый щебень фракции 5-20, D600.

В качестве пластифицирующих добавок использовались гиперпластифицирующие добавки в бетон, регулирующие пластичность, плотность, связность, сохраняемость и удобоукладываемость бетонных смесей. (табл. 1):

- Glenium 430;
- Реопласт ПКЭ2101;
- Реопласт НС01.

Таблица 1

Технические данные

Показатель	Вид пластифицирующей добавки		
	Glenium 430	Реопласт ПКЭ2101	Реопласт НС01
Внешний вид	Жидкость коричневого цвета	Жидкость прозрачная, с оттенками желтого и белого	Жидкость коричневого цвета
Плотность	1,04 - 1,08 г/см ³	1,04-1,08 г/см ³	1,15-1,2 г/см ³
Дозировка	0,3 % от массы цемента	0,6 % от массы цемента	0,8 % от массы цемента

Проведены исследования по определению подвижности бетонной смеси. Результаты исследования представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты исследования подвижности бетонной смеси

Показатель	Вид пластифицирующей добавки		
	Glenium 430	Реопласт ПКЭ2101	Реопласт НС01
Осадка конуса, см через 5 мин	8	12	12
Подвижность	П2	П3	П3

Проведены испытания прочности на сжатие бетонов с применяемыми пластифицирующими добавками (рис.).

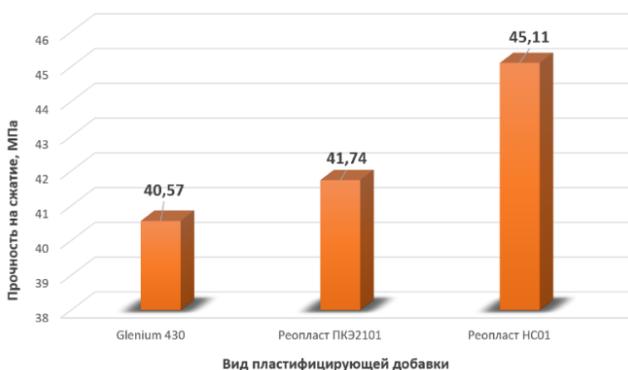


Рис. Прочность на сжатие бетона с применяемыми добавками

Применение добавок способствует значительному снижению водоцементного отношения (водоцементное отношение составило В/Ц=0,3) и получению бетонов с высокими прочностными характеристиками при достаточно низких расходах цемента.

Проведена оценка экономической эффективности применения пластифицирующих добавок. Экономия стоимости 1 м³ бетона составила 4% при использовании Реопласт ПКЭ2101 и 5% при использовании Реопласт НС01 по сравнению со стоимостью 1 м³ бетона с добавкой Glenium 430.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулейманова Л.А. Энергия связи - основа конструктивных и эксплуатационных характеристик бетонов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 9 (585). С. 91-99.

2. Сулейманова, Л. А. Поведение бетона под нагрузкой, механизм его разрушения и оценка этого процесса / Л. А. Сулейманова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 1. С. 68-75.

3. Сулейманова Л.А., Лесовик Р.В., Глаголев Е.С., Сопин Д.М. Высококачественные бетоны на техногенном сырье для ответственных изделий и конструкций // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2008. № 4. С. 34-37.

4. Сулейманова Л.А., Сулейманов А.Г., Ерохина И.А. Общая закономерность получения материалов с высокими качественными показателями // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2006. № 15. С. 155-163.

5. Сулейманова Л.А., Погорелова И.А., Слепухин А.С., Плехова С.И. Высокотехнологичные бетоны с использованием суперпластифицирующих добавок на основе поликарбоксилата // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 9. С. 63-66.

6. Сулейманова Л.А., Слепухин А.С., Плехова С.И., Ряпухин А.Н. Эффективность пластифицирующих добавок при производстве высокотехнологичных бетонов // В сборнике: Научно-технические инновации. Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 190-193.

7. Сулейманова Л.А., Слепухин А.С., Рябчевский И.С. Высококачественные самоуплотняющиеся бетонные смеси // Университетская наука. 2019. №1(7). С. 55-57

8. Сулейманова Л.А., Лесовик В.С., Сулейманов А.Г. Технология бетона строительных изделий и конструкций // Лабораторный практикум. Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2009. 139 с.

9. Сулейманова Л.А., Малокова М.В., Слепухин А.С., Крушельницкая Е.А., Толстой А.Д. Влияние модифицирующей добавки с гидрофобизирующим эффектом на повышение эксплуатационных характеристик вибропрессованных изделий // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 9. С. 8-13.

10. Руднев С.В., Сабынин В.В., Левшина Д.Э. Бетоны с комплексными добавками на основе эфиров поликарбоксилатов // В сб.: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященной 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова. Сборник докладов. Белгород, 2023. С. 255-258.

11. Сулейманова Л.А., Корякина А.А., Левшина Д.Э. Влияние суперпластифицирующих добавок на реологические свойства цементных суспензий // Университетская наука. 2022. № 1(13). С. 84-87.

12. Баженова О.О., Болдарева М.А. Эффективный заполнитель из фракционированных отходов газобетона // В сб.: Образование. Наука. Производство. Материалы X Международного молодежного форума с международным участием. 2018. С. 673-675.

Скрябин В.Е., курсант

Научный руководитель: канд. хим. наук
Кропотова Н.А.
Ивановская пожарно-спасательная академия
ГПС МЧС России, г. Иваново, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ БЕТОНА НА СЖАТИЕ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КОМПОНЕНТОВ ЕГО СИСТЕМЫ

Применение новых высокоэнергетических, высокоэффективных и инновационных технологий в строительстве связано с использованием различных строительных материалов. В литературных источниках накоплен материал и опыт использования таких распространенных строительных материалов как дерево, стекло, железо, искусственный камень, сэндвич-панели. Инженерно-технические решения все чаще приходят к выводу об использовании бетона в качестве основного строительного материала, обладающего одновременно такими свойствами как прочность, надежность, пожаробезопасность, устойчивость к внешним воздействиям [1]. Бетон – это принципиально сложный материал, свойства которого зависят от воздействия различных факторов [2], в том числе от содержащихся компонентов - добавок (комплексные добавки), входящие в его состав. Изменяя процентное соотношение между исходными компонентами, получают составы бетонов с абсолютно разными свойствами (модификациями), в первую очередь прочностные и огнезащитные.

Современные технологии изготовления цемент содержащих бетонов включают различные добавки, поскольку улучшают качество материала: прочность; твердость; устойчивость; влагонепроницаемость; морозостойкость; трещиностойкость; химическая стойкость и др.

Целью данной исследовательской работы явилось определение влияния модифицированных добавок на прочностные свойства бетона. Поэтому было проведено исследование прочности бетонов на сжатие, приготовленных из разных составов, содержащих различные модифицирующие добавки.

Для решения поставленной цели, произведен обзор имеющихся в продаже компонентов и был определен основной состав модифицирующих добавок. Выбор остановился на добавках, значительно сокращающих время твердения бетона, а также увеличивающих прочность до 1 сут. В качестве модифицирующих добавок использовались:

- полимерный пластификатор (ускоритель твердения);
- минеральные комплексные добавки;

– комплексные органоминеральные добавки (компоненты, повышающие кислотный уровень и волокна полипропиленовой микрофибры).

Для этого был приготовлен цемент содержащий раствор, включающий в свой состав цемент (портландцемент), песчаная смесь и воду в соотношении 1:1:1 (рис. 1), затем приготовленный раствор разделяли на составы: контрольный и несколько модифицированных, причем вариативность добавленных составов изменялась как по компонентному составу, так и по его количеству.

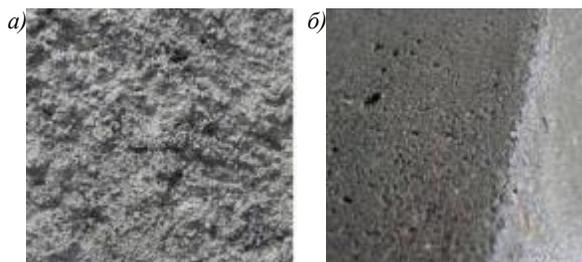


Рис. 1. Структурный вид: *а* – приготовленной растворной смеси в жидком состоянии; *б* – затвердевшего бетона

В качестве минеральных добавок применяется природный (диатомит трепелы, опоки пеплы туфы пемзы) и искусственный материал (продукты технологического производства газобетона: керамическая пыль, отходы от срезки, др.). Достаточно широко распространен кремнезем. Подобные наполнители способны увеличить прочность бетона. Мы использовали в качестве минерального наполнителя бой силикатного и керамического кирпича.

Таким образом было приготовлено несколько составных бетонных смесей со следующими компонентами:

1-й состав: система $\text{SiO}_2\text{-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{- V}_2\text{O}_3\text{-CaO}$, массовая доля компонентов соответственно 16:4:2:2:1,

2-й состав: система $\text{SiO}_2\text{-ПЛ-MgO-V}_2\text{O}_3\text{-CaO}$, массовая доля компонентов соответственно 10:3:2:2:1, где ПЛ – пластификатор.

3-й состав: система $\text{SiO}_2\text{-МФ-MgO-V}_2\text{O}_3\text{- Al}_2\text{O}_3\text{-Ca(OH)}_2$, массовая доля компонентов соответственно 10:5:2:2:2:1, где МФ – полипропиленовая микрофибра MicroТес-12.

4-й состав: система Пескоцементная смесь-ПЛ.

Далее приготовленный состав заливался в ранее приготовленные ячейки $50\times 50\times 50$ мм, а остатки проверялись на подвижность (рис. 2).

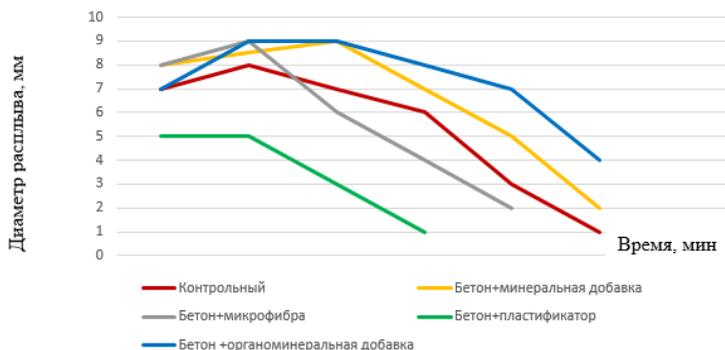


Рис. 2. Степень подвижности приготовленного раствора

Оказалось, что добавки по-разному оказывают влияние на степень подвижности приготовленных растворов. Стоит отметить пластификатор, способный сократить время отвердевания раствора практически в три раза. Особенность его применения говорит об изменении механизма отвердевания раствора в целом. Скорее всего основано на электростатическом эффекте [3]. А именно, молекула поликарбоксилата с анионоактивной основной цепочкой (рис. 3, *а*) адсорбируется на первых продуктах гидратации цементной частицы, которая приобретает отрицательный заряд (рис. 3, *б*).

По прошествии 24 ч приготовленные составы затвердели. Затем некоторые образцы подвергли испытанию на сжатие на гидравлическом прессе ПСУ-10 вплоть до его разрушения (см. табл.).

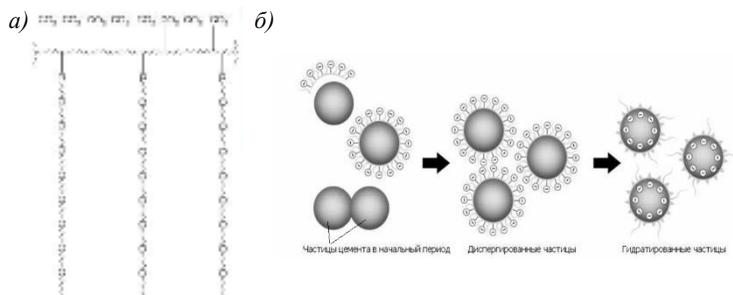
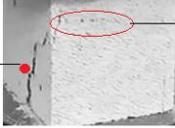


Рис. 3. Механизм действия пластификатора: *а* – молекула поликарбоксилата с анионоактивной цепочкой; *б* – механизм действия пластификатора, основанный на электростатическом эффекте

Особенности внешнего вида и разрушения бетонов

Внешний вид образца до исследования	Особенности
Состав 1	
	 <p data-bbox="474 352 591 384">Область растрескивания</p> <p data-bbox="785 320 901 368">Зона трещино-образования</p>
Состав 2	
	 <p data-bbox="486 517 575 564">Зона трещино-образования</p> <p data-bbox="799 549 889 564">Область растрескивания</p>
Состав 3	
	 <p data-bbox="654 745 721 761">микро-фибра</p> <p data-bbox="542 873 676 920">Зона трещино-образования</p>
Состав 4	
	 <p data-bbox="732 1056 833 1088">Область растрескивания</p>

Прочностные свойства бетона зависят от состава бетонно-растворной смеси, и его добавок – наполнителей. Чем больше связующих компонентов (например, минеральные добавки, полипропиленовая микрофибра MicroТес-12), тем больше прочность бетона. Стоит отметить, что плотность материала достаточно хорошая, поскольку отсутствуют поры, а это положительно сказывается на эксплуатационных и нагружающих его характеристиках.

Результаты проведенного исследования представлены на рис. 4.

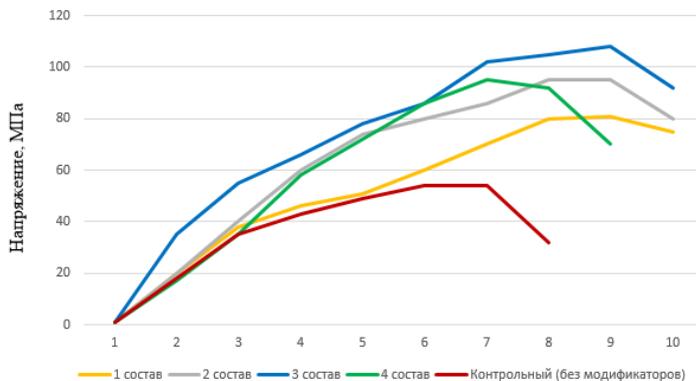


Рис. 4. Результаты испытаний на сжатие

Характерная особенность для разрушающихся бетонов – образование микротрещин и трещин внутри исследуемого образца и снаружи. При дополнительном исследовании на сжатии наблюдаем при воздействии минимальной нагрузки появление сколов и трещин, что ведет к снижению устойчивости и прочностных свойств исследуемого материала, вызывая выкрашивание контрольного состава. Получается, что состав 3 (микрофибра и минеральная добавка) по своей прочности в два раза превосходит контрольный образец. Значит увеличение прочности и твердости материала напрямую зависит от содержащихся в нем компонентов. Образцы содержащие полипропиленовую микрофибру и минеральные добавки – состав 2 и состав 4 (с пластификатором) практически приблизили максимальную нагрузку около 100 МПа. Органоминеральная фибра (в нашем случае полипропиленовая MicroTec-12) препятствует усадочному трещинообразованию, повышает сопротивление статическим и динамическим нагрузкам [4]. Добавление пластификатора способно увеличить скорость твердения в 4 раза.

Несмотря на многообразие выбранных составов, можно сделать следующие выводы. Наиболее устойчивым к деформации сжатия оказался состав 3, содержащий в своем составе полимерно-органическую фибру MicroTec-12: в 2 раза прочнее бетона (контрольного образца). Использование минеральных добавок способствует упрочнению материала на 40%.

Бетон – комплекс, который состоит из различных составляющих, соединенных связующим составом. Часто приготовленные по рецептурам растворные смеси имеют неоднородную структуру, которая во многом определяет его физико-механические свойства. В настоящее

время остается проблема, которая связана с нехваткой данных по структурам имеющих практическое значение при осуществлении тушения пожара, а также по их физическим особенностям и прочностным данным. Несмотря на это, некоторые ценные выводы могут быть получены из изучения вопроса эффективности конкретных бетонных конструкций в условиях реального пожара [5].

Бетонные конструкции могут быть прочными и долговечными, но, чтобы это условие выполнялось, должное внимание должно быть уделено на этапе проектирования составам этих бетонов, а также эксплуатационные характеристики и внешние факторы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кропотова, Н.А. Исследование разрушения бетона под воздействием различных факторов // Устойчивость материалов к внешним воздействиям. Сборник трудов II Всероссийской научно-практической конференции, 23 сентября 2020 года. Химки: ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. 2020. С. 63 – 67. Текст : непосредственный.

2. Яковлев, М.А. Исследование снижения прочностных свойств бетона под воздействием внешних факторов / М.А. Яковлев, Н.А. Кропотова // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов V Международной научно-практической конференции. Иваново, 14 октября 2021 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. С. 169 – 173. Текст : непосредственный.

3. Леонович, Т.Д. Прочность, трещиностойкость и долговечность конструкционного бетона при температурных и коррозионных воздействиях: монография: в 2 ч. Ч. 1 / С. Н. Леонович [и др.]. Минск: БНТУ, 2016 – 393 с.

4. Смирнова, А.С. Исследование устойчивости бетона к внешним воздействиям / А.С. Смирнова, Н.А. Кропотова // Устойчивость материалов к внешним воздействиям. Сборник трудов IV Всероссийской научно-практической конференции, 23 мая 2022 года. Химки: ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. 2022. С. 217 – 223. Текст : непосредственный.

5. Елесин, М.А. Физико-химические закономерности и технологические основы повышения стойкости бетонов и фасадных красок в климатических условиях Сибири и Севера введением полисульфидсодержащих компонентов : специальности 05.17.11 Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов; 05.23.05 Строительные материалы и изделия: диссертация на соискание доктора технических наук / Елесин Михаил Анатольевич ; ФГБОУ ВПО «Норильский индустриальный институт». Новосибирск, 2016. 275 с. URL: <https://docs.yandex.ru/dis00043.pdf>. (дата обращения: 01.11.2023. Режим доступа: свободный. Текст : электронный.

Соболева В.С., студент

Научные руководители: канд. техн. наук
Киселев В.В., Легкова И.А.
*Ивановская пожарно-спасательная академия
ГПС МЧС России, г. Иваново, Россия*

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПРОЧНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ

При строительстве зданий и сооружений применяются различные конструкционные материалы. В составе несущих элементов строительных конструкций достаточно распространено также использование различных видов древесины [1, 2]. В современном строительстве использование деревянных конструкций становится все более популярным. Древесина, являясь экологически чистым и удобным для обработки материалом, обладает высокими прочностными характеристиками, что делает её превосходным выбором для создания различных строительных элементов и конструкций. Примерами сооружений с применением дерева могут являться деревянные мосты. Некоторые из них могут выдерживать вес до 100 тонн благодаря использованию высокопрочных видов дерева и специальных методов соединения. В некоторых странах, таких как Канада и США, деревянные каркасы используются даже для строительства многоэтажных зданий. Эти конструкции обладают высокой прочностью и устойчивостью к различным неблагоприятным условиям.

Одним из факторов, оказывающих влияние на прочностные показатели деревянных силовых или других конструкций, содержащих деревянные элементы, является повышенная температура, влажность, механические деформации и т.д. [3-5]. Поэтому, прежде чем использовать деревянные конструкции в реальных условиях, их необходимо подвергнуть испытаниям, чтобы убедиться в их надежности и безопасности. В результате испытаний можно получить точные данные о качестве и характеристиках деревянных конструкций, что позволит строителям принимать обоснованные решения при выборе этого материала для своих проектов.

Древесина – легкообрабатываемый конструкционный материал, в силу чего в повседневной эксплуатации на деревянные конструкции зданий и сооружений могут оказываться различные воздействия. В данной работе проведены исследования, показывающие влияние различных эксплуатационных факторов на изменение предела прочности древесины. Для проведения экспериментов было изготовлено семь деревянных образцов кубической формы из соснового

строительного бруса. Образцы подвергались следующим внешним воздействиям: нагревались, сверлились отверстия, закручивались саморезы, заколачивались и вынимались гвозди, выполнялись пропилы ножовочным полотном, увлажнялись [6].

Испытания проводились на гидравлическом прессе ПСУ-10 по типовой методике. Испытуемый образец устанавливался между опорными плитами, после чего прикладывалась нагрузка вплоть до разрушения (рис.1). Образцы испытывались поперек волокон, определялись пределы прочности [7, 8]. Прочность эталонного образца 1 составила 8,57 МПа.



Рис. 1. Установка испытуемых образцов на опорных плитах гидравлического пресса ПСУ - 10

Образец 2 нагревался до 300 °С в течении 30 минут. Предельная нагрузка составила 8100 Н. Площадь поперечного сечения образца равнялась 1400 мм². Предел прочности составил 5,78 МПа. Разрушение образца проявилось в виде крошения куба с одной из его сторон (рис. 2).

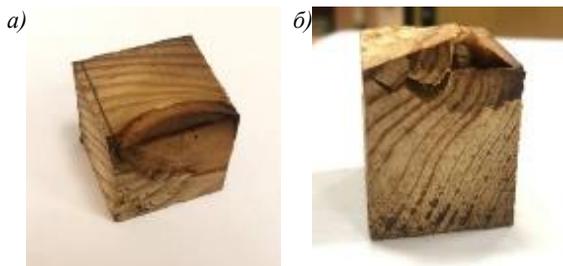


Рис. 2. Характер разрушения образца, подвергнутого нагреву: а – до испытания; б – после испытания

В образце 3 были просверлены 3 отверстия диаметром 5 мм вдоль и поперек волокон. Предельная нагрузка составила 4200 Н, площадь сечения равнялась 2120 мм². Предел прочности образца 3 равнялся 1,98 МПа. Характер разрушения проявился в виде значительной деформации образца, в местах отверстий образец раскололся на 2 части, образец приобрел бочкообразную форму (рис. 3).

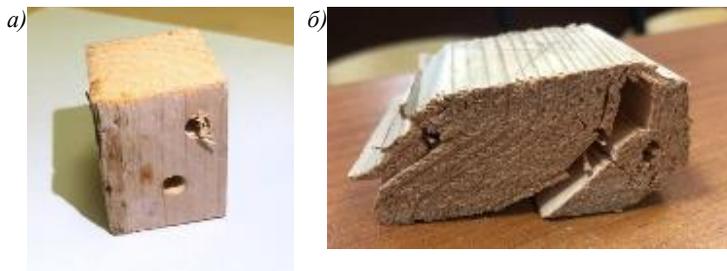


Рис. 3. Характер разрушения образца с просверленными отверстиями:
а – до испытания; *б* – после испытания

В образец 4 вкручивалось несколько саморезов. Достаточно частый случай в эксплуатации деревянных конструкций, которому в повседневной жизни практически не придают значения. Такой образец выдержал максимальную нагрузку 4200 Н и показал предел прочности 3,87 МПа. Наблюдалось значительное деформирование образца, на стороне противоположной вкрученным саморезам произошло его крошение, волокна образца отходили пластинами от основного массива (рис. 4).

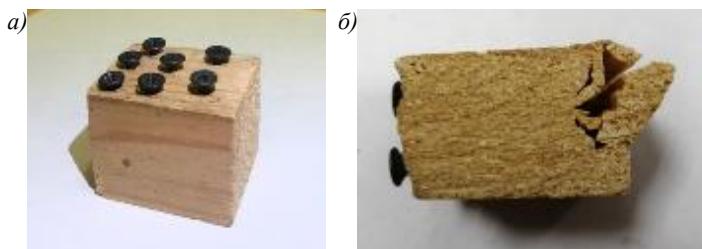


Рис. 4. Характер разрушения образца с вкрученными саморезами:
а – до испытания; *б* – после испытания

Как отмечалось выше, древесина легкообрабатываемый материал и хорошо пилится. Часто на элементах конструкций можно увидеть следы от пропилов. Такая ситуация моделировалась и в нашем исследовании. В экспериментальном образце 5 было выполнено два пропила до его

середины (рис. 5). Такой образец выдержал предельную нагрузку 4400 Н и напряжение 2,57 МПа. В местах пропилов деталь начала разрушаться на 3 части по горизонтали, отвалившиеся куски приняли форму треугольника.

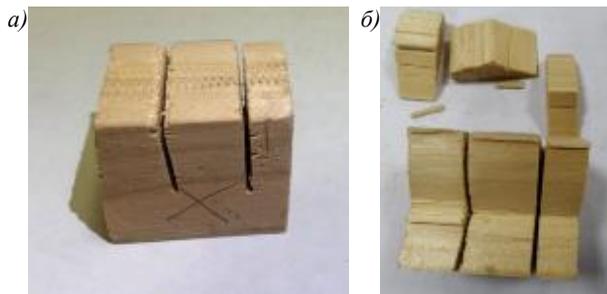


Рис. 5. Характер разрушения образца с пропилами:
a – до испытания, *б* – после испытания

Образец 6 увлажняли, помещая попеременно в емкость с водой и на улицу, моделируя тем самым выпадение осадков и высушивание на воздухе. Время воздействия на образец составило 4 суток. Такой образец выдержал нагрузку 4500 Н, что соответствовало нормальному напряжению 3,28 МПа. Деформированный образец под приложенной нагрузкой принимал бочкообразную форму, под действием веса просачивалась из волокон древесины.

В образец 7 предварительно были забиты гвозди и закручены шурупы, затем металлические крепеж был извлечен и выполнена проверка прочности. Испытуемый образец выдержал нагрузку 6000 Н, соответствующую нормальному напряжению 3,33 МПа. Образец принял форму овала, вдоль волокон пошла трещина (рис. 6).

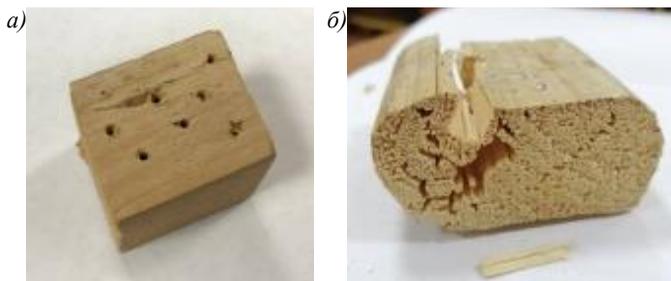


Рис. 6. Характер разрушения образца с отверстиями от гвоздей:
a – до испытания, *б* – после испытания

Обобщенные результаты выполненных экспериментов представлены на рис. 7

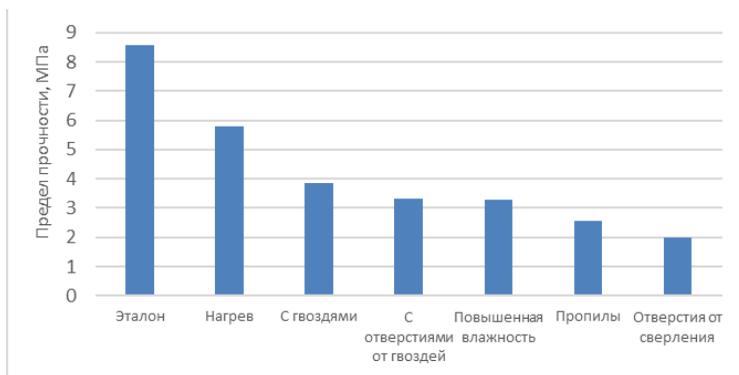


Рис. 7. Пределы прочности образцов при различных эксплуатационных воздействиях

Наименьшее воздействие на прочность древесины оказал ее нагрев. Известно, что высокая температура негативно сказывается на прочности дерева, вызывая ее деструкцию, тем не менее в нашем случае это эксплуатационное воздействие оказалась наименее значимым.

Наибольшее снижение прочности было зафиксировано у деревянных образцов с пропилами и просверленными отверстиями. Снижение предельного нормального напряжения составило около 4 раз. Таким образом, недопустимо выполнять отверстия и пропилы в несущих элементах деревянных строительных конструкций. Это может привести к обрушению конструкции.

При наличии гвоздей или другого крепежа в деревянной конструкции рекомендуется его не вынимать, поскольку при этом наблюдается снижение прочности на 16%.

Выявлено, что высокая влажность также негативно сказывается на прочности древесины.

Таким образом, при применении древесины в качестве строительного материала необходимо предусмотреть какой-либо способ ее защиты от воздействия различных внешних эксплуатационных воздействий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Квасов, М. В. Актуальные вопросы тушения пожара в домах индивидуального строительства / М. В. Квасов, И. А. Легкова, А. Л. Никифоров // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: Сборник

материалов X Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 20 апреля 2023 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 263-266.

2. Буралков, П. П. Анализ надежности каркасного и бескаркасного жилого строительства / П. П. Буралков, И. А. Легкова // Надежность и долговечность машин и механизмов : Сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 15 апреля 2021 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2021. – С. 19-21.

3. Короткова, Я. Н. Исследование прочностных свойств древесины в различных условиях эксплуатации / Я. Н. Короткова, В. В. Киселев // Энергия-2022 : Семнадцатая всероссийская (девятая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: Материалы конференции. В 6-ти томах, Иваново, 11–13 мая 2022 года. Том 4. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2022. – С. 64.

4. Киселев, В. В. Исследование прочностных свойств дерева при повышенных температурах / В. В. Киселев // Современные пожаробезопасные материалы и технологии : сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности, Иваново, 19 сентября 2018 года. Том Часть 1. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – С. 291-294.

5. Ермакова, К. Н. Влияние внешних факторов на прочностные характеристики древесины / К. Н. Ермакова, В. В. Киселев // Энергия-2018 : Тринадцатая международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: Материалы конференции. В 6-ти томах, Иваново, 03–05 апреля 2018 года. Том 4. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2018. – С. 113.

6. Киселев, В. В. Влияние механических повреждений деревянных конструкций на их стойкость в условиях пожара / В. В. Киселев // Исторический опыт, современные проблемы и перспективы образовательной и научной деятельности в области пожарной безопасности : Сборник тезисов докладов материалов международной научно-практической конференции, Москва, 18–19 октября 2018 года. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,

чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2018. – С. 243-248.

7. Сучков, К. С. Оценка надежности деревянных конструкций, находящихся под действием различных внешних факторов / К. С. Сучков, В. В. Киселев // Надежность и долговечность машин и механизмов : сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России и 75-й годовщине Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 годов, Иваново, 16 апреля 2020 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2020. – С. 112-115.

8. Киселев, В. В. К вопросу безопасности эксплуатации деревянных конструкций, находящихся под действием различных внешних факторов / В. В. Киселев // Проблемы техносферной безопасности: материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. 2020. № 9. С. 173-178.

**Сырых А.А., студент,
Грищенко М.С., студент,
Обрезанов А.С., студент**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.
Орехова Т.Н.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРИМЕНЕНИЕ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Сухие строительные смеси состоят из заполнителей, наполнителей, вяжущих веществ и модифицирующих добавок. Для получения раствора необходимо в сухую смесь добавить предварительно рассчитанное количество воды. В настоящее время сухие строительные смеси применяются как альтернатива цементно-песчаным смесям.

Цементно-песчаные смеси (ЦПС) обладают рядом недостатков – они обладают низкой водоудерживающей способностью, что негативно сказывается на гидратацию и последующую кристаллизацию цементного раствора, ЦПС характеризуются быстрой сегрегацией, предотвращение которой требует периодического перемешивания,

затвердевание раствора возможно только при температуре выше 0 °С, они не обладают достаточной адгезией с деревянными, пластиковыми и иными поверхностями, а также подобные смеси могут застывать неравномерно, что способствует трещинообразованию и, соответственно, понижению прочности.

Сухие строительные смеси же лишены в большей степени данных свойств за счет того, что их производство ведется в промышленных условиях на специальных установках, позволяющих вести точный контроль дозаций исходных материалов, а также применять специальные модифицирующие, пластифицирующие и иные добавки, позволяющие изменять свойства изготавливаемой смеси.

Они применяются при штукатурных работах, для шпатлевки, в качестве сухих клеевых составов, для устройства наливных полов, а также для восстановительных работ с поврежденными бетонными и железобетонными конструкциями и прочего [1].

Смешивание исходных компонентов происходит в различных по своему устройству пневмосмесителях. Целью смешивания является получение однородной массы из дозированных компонентов, а также придание ей определенной структуры и предотвращение разделения конечного продукта на составные компоненты.

Условно, смешивание можно разделить на три процесса:

1. Диффузионное смешивание – это постепенное перемещение частиц различных компонентов через вновь образованные границы их раздела.

2. Конвективное смешивание – это перемещение группы смежных частиц из одного объема места смеси в другое внедрением или скольжением слоев относительно друг друга.

3. Смешивание сдвигом – это смешивание, при котором смежные слои частиц движутся относительно друг друга [2].

В дорожном строительстве также применяются сухие строительные смеси. Рассмотрим ряд примеров.

Сухие строительные смеси могут применяться для срочного ремонта бетонного и асфальтобетонного дорожного покрытия, бетонных и железобетонных конструкций, а также для наружных и внутренних работ. Так, например, смесь производства фирмы «Bautek» [3], применяется для заполнения выбоин, крупных каверн, дефектов и неровностей глубиной не менее 5 мм. Она состоит из смеси портландцемента и глиноземистого цемента, а также минеральных заполнителей, армирующих волокон и полимерных модификаторов. Предел прочности при сжатии в возрасте 28 суток подобного материала составляет более 50 МПа, а технологический проход по смеси возможен уже спустя 6 часов после укладки.

Также для ремонта асфальтобетонного покрытия – для заделки трещин, ям и выбоин, можно применять сухие строительные смеси с органическими добавками, например, добавкой «эмульбит» [3]. В таком случае, сухая строительная смесь будет затворяться водой в сочетании с комплексной добавкой. Добавка «эмульбит» состоит на 47 % из битума, на 3 % из пластификатора и на 50 % из воды. Добавка вводится от 0,5 % до 3 % (по расходу битума) от массы вяжущего, заменяя одновременно часть воды затворения, или в количестве 1,0 % масс. от расхода вяжущего, что способствует увеличению адгезии затвердевшего раствора к основанию на 40 %, а также снижению водопоглощения на величину от 17 % до 20 % в сравнении с бездобавочным составом. Смесь будет обладать улучшенными свойствами по прочности при сжатии, изгибе, адгезии, водопоглощению и морозостойкости [4].

Для увеличения несущей способности земляного полотна без замены неподходящего грунта используют технологию укрепления и стабилизации грунта. Согласно данной технологии, неподходящий грунт с естественной влажностью срезают на глубину 20 см, вносят сухую смесь из извести от 2 % до 4 % и цемента от 9 % до 15 %, после чего перемешивают. Перемешанную смесь после увлажнения уплотняют катками, а затем профилируют, после чего устраивают на данном укрепленном грунте дорожную одежду. Основными недостатками подобной технологии являются большой объем перерабатываемого грунта и недостаточная прочность покрытия. Для нивелирования данных недостатков применяются сухие строительные смеси при вышеописанных процессах.

Так, например, согласно патенту № 2734749 сухую строительную смесь, состоящую из меланина, волластонита, буроугольной золы-уноса, олеата натрия, суперпластификатора С-3, цитата натрия, лигносульфоната технического ЛСТ, доломитовой муки, гашеной извести, активного микрокремнезема, фторида натрия, сульфатов меди, аммония и железа, а также фибры и цемента, можно использовать для укрепления и стабилизации грунтов при создании грунтовых автомобильных дорог, а также при регенерации нижних (для I-IV категорий дорог) и верхних слоев (для V категории) асфальтобетонного покрытия при реконструкциях и ремонтах дорожных одежд в ходе холодного ресайклинга и укрепления слоев из асфальтогранулята, щебня или песчано-гравийных смесей [5].

Применение таких смесей будет способствовать повышению прочности, морозоустойчивости, снижению водонасыщения и набухания грунта, а также устранять вышеописанные недостатки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сухие строительные смеси // Агентство строительных новостей: [сайт]. – 2021. – URL: <https://asninfo.ru/techmats/240-sukhiye-stroitelnyye-smesi> (дата обращения: 29.10.2023).
2. Орехова Т.Н. Изучение процесса получения сухих строительных смесей / Т.Н. Орехова, И. А. Лымарь, А. М. Раков, В. А. Уваров // В сб.: Энерго-, ресурсосберегающие машины, оборудование и экологически чистые технологии в дорожной и строительной отраслях. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2018. – С. 146-153.
3. Смесь для ремонта дорожного покрытия // Bautek : [сайт]. – 2023. – URL: <https://bautek.org/product/smes-dlya-remonta-dorozhno-gorokrytiya/> (дата обращения: 29.10.2023).
4. Шевченко В.А. Составы и свойства сухой строительной смеси для ремонта автодорог с органической добавкой «эмульбит» / В. А. Шевченко, Л. А. Иванова, И. Я. Богданов // Журнал сибирского федерального университета. серия: техника и технологии. – 2010. – Т.3. – №2. – С. 243-248.
5. Патент № 2734749. Сухая строительная смесь для укрепления и стабилизации грунта : № 2018145701: заявл. 24.12.2018 : опубл. 23.10.2020 / Пепеляев С. Б.; заявитель, патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «НАЦИОНАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ». – 8 с.

**Сырых А.А., студент,
Грищенко М.С., студент,
Обрезанов А.С., студент**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.
Орехова Т.Н.**
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ДОБАВОК В АСФАЛЬТОБЕТОН

Асфальтобетонная смесь – это рационально подобранная смесь, состоящая из минерального заполнителя (щебень и песок или отсеб дробления) и наполнителя (минеральный порошок), а также битумного вяжущего, взятых в определенных пропорциях и тщательно перемешанные. Асфальтобетон – это уплотненная, застывшая асфальтобетонная смесь.

Качество изготавливаемого асфальтобетона по ГОСТ Р 58406.2-2020 [1] нормируется по следующим показателям: количество вяжущего, зерновой состав, максимальная плотность, объемная плотность, содержание воздушных пустот, содержание пустот в минеральном заполнителе, содержание пустот, наполненных битумным

вяжущим, средняя глубина колеи, коэффициент водостойкости, предел прочности на растяжение при изгибе, предельная относительная деформация растяжения, угол наклона кривой колееобразования, разрушающая нагрузка по Маршаллу, деформация по Маршаллу, истираемость (для верхнего слоя покрытия), остаточная прочность после воздействия реагентов (для верхнего слоя покрытия), коэффициент длительной водостойкости.

Свойства асфальтобетонной смеси во многом зависят от применяемых исходных материалов – их качества, от технологии приготовления смеси и от применяемых добавок. Добавки позволяют влиять на свойства асфальтобетонной смеси путем улучшения отдельных свойств исходных материалов, например, увеличения температуры размягчения битума или придания поверхности минеральных материалов, покрытых пленкой битумного вяжущего, гидрофобных свойств, что будет увеличивать водостойкость и прочность готового асфальтобетона.

Добавки в асфальтобетонную смесь выбирают, в первую очередь, исходя из их влияния на свойства битумного вяжущего.

Так, условно, можно выделить несколько отдельных видов добавок в асфальтобетонную смесь.

Адгезионные добавки. Они повышают адгезию (прочность сцепления) битума и минеральных материалов, например, щебня или песка. Адгезионные добавки представляют собой молекулы ПАВ (поверхностно-активных веществ), которые адсорбируются тонким слоем на поверхности раздела минеральных материалов и битумного вяжущего. Данные добавки делают поверхность компонентов смеси гидрофобной за счет чего будет уменьшаться водонасыщение асфальтобетона, увеличивая его водостойкость, прочность и морозостойкость. Срок службы подобного асфальтобетонного покрытия будет увеличиваться в 1,5-2 раза, а его укладка будет более экономически выгодной за счет лучших свойств удобоукладываемости смеси [2]. Адгезионную добавку выбирают в соответствии с природой используемых минеральных материалов – основность используемых материалов, битумного вяжущего и температуры приготовления смеси. На качество адгезии влияние оказывает так же структура битума, природа нефтяного сырья, используемого для получения данного битумного вяжущего, условия его переработки. Для каменных материалов – это поверхностная структура, пористость, их форма, а также адсорбирующая способность. Количество адгезионной добавки в смеси определяется по результатам предварительных лабораторных испытаний для отдельного состава асфальтобетонной смеси.

Минеральные добавки в асфальтобетон. При введении подобных добавок в смесь значительно повышается плотность асфальтобетона, он становится более упругим, уменьшается его коррозия и трещинообразование, а также увеличивается срок службы асфальтобетонного покрытия. Минеральные добавки, которые чаще всего представлены порошками, выполняют роль структурирующего битум материала. Выбирая подобную добавку необходимо обращать внимание на гидрофильность данного порошка.

Химические добавки. Такие добавки усиливают или понижают отдельные свойства асфальтобетона. Например, они увеличивают устойчивость асфальтобетона к механическим воздействиям, усиливают его стабильность. Их применение особенно необходимо на дорогах с высокой интенсивностью движения.

Полимерные добавки. Подобные добавки способствуют высокой сдвигоустойчивости асфальтобетона, увеличивают его упругость при высоких температурах (до 3 раз выше, чем у бездобавочных составов), повышают устойчивость к динамическим интенсивным нагрузкам на асфальтобетон и увеличивают стойкость к трещинообразованию. Такие асфальтобетоны целесообразно использовать для мест остановок общественного транспорта, особо интенсивных перекрестков, взлетно-посадочных полос и прочих мест с повышенной сдвиговой нагрузкой на покрытие. Полимерные добавки увеличивают интервал пластичности битумного вяжущего - снижают температуру хрупкости битума и повышают температуру его размягчения, положительно влияя на пластичность самого вяжущего.

Добавки, противодействующие отрицательному воздействию шипованных шин. К ним можно отнести РБВ, ПБВ, армирующие добавки, а также стоит обратить внимание на показатель истираемости щебня. Также значительное влияние оказывает технология укладки смеси – укладка тонкослойного асфальтобетона в виде слоя износа толщиной около 2,5 см значительно повысит качество покрытия и его ремонтпригодность – необходимо сфрезеровать меньший слой покрытия.

Температуропонижающие добавки. Они расширяют температурный режим приготовления и укладки смеси – без потери качества асфальтобетонной смеси они значительно снижают температуру ее приготовления и укладки, приблизительно, на 30-50 градусов. Также они способствуют улучшению адгезии битума с минеральными материалами. Они дают возможность работать при низкой температуре воздуха, а также с влажными материалами благодаря тому, что смесь получает свойства активной адгезии [2].

При производстве щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА) используются стабилизирующие добавки. ЩМА характеризуется повышенным содержанием битумного вяжущего, по сравнению с обычными видами асфальтобетона – это необходимо для более полного заполнения пустот в минеральном заполнителе, а также улучшения деформационных характеристик готового асфальтобетона. Подобные добавки исключают стекание битумного вяжущего, влекущее за собой расслаивание щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси, в процессе приготовления, транспортировки и укладки смеси [3].

Асфальтобетонные добавки представляют собой, как правило, тонкодисперсные материалы или смеси, поэтому для их получения используют различного рода пневмосмесители, в конструкциях которых используется комплексное вихревое перемешивание компонентов в избытке воздушной фазы (эффект псевдооживления твердой фазы в воздухе), что позволяет осуществлять совмещенный принцип гомогенизации осевого двухфазного потока с вихревым, вихревого – с псевдооживающим его потоком. Такое комплексное осевихревое воздействие на твердые частицы снижает величину времени, необходимого для достижения смесью нужного коэффициента однородности (неоднородности), а, следовательно, снижает суммарный расход энергоносителя на единицу готового продукта [4-5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 58406.2-2020. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси горячие асфальтобетонные и асфальтобетон. Технические условия. - // Техэксперт : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200173320> (дата обращения: 29.10.2023).
2. Виды добавок в асфальтобетон // SUMPRO - коммуникационная площадка для организаций и экспертов дорожной отрасли : [сайт]. – 2021. – URL: <https://sumpro.ru/articles/article?id=313> (дата обращения: 29.10.2023).
3. Стабилизирующие добавки для ЩМА «Нанобит-СД» // Селена : [сайт]. – 2022. – URL: <https://www.npfselena.ru/additions/stabilizing-additives-for-sma/> (дата обращения: 29.10.2023).
4. Качаев, А.Е. Аэродинамические особенности пневмосмесителей для производства сухих строительных смесей / А. Е. Качаев, Т.Н. Орехова, Е. И. Гончаров // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2017. – №11. – С. 149-155.
5. Гуторов, К.В. Универсальные добавки, улучшающие характеристики асфальтобетонных смесей / К.В. Гуторов, В.А. Павлова // StudNet. – 2021. – №4. – С. 1-15.

Тищенко А.Е., студент

Научный руководитель: ассистент
Богачева М.А.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

К ВОПРОСУ О СВОЙСТВАХ ФИБРОБЕТОНА ОТ ВИДА ИСПОЛЬЗУЕМОГО АРМИРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА

Бетон остается основным конструкционным материалом в различных эксплуатационных условиях, так как высок показатель архитектурно – строительной выразительности, малой энергоемкости и эксплуатационной надежности. Наряду с простотой и доступностью технологии этого материала, возникает шанс усовершенствования бетона с помощью применения отходов производства [1].

Использование различных волокон в системе ячеистого бетона уменьшает усадочные трещины и улучшает механические свойства, особенно при растяжении и изгибе [2].

Существует множество видов волокон (фибр), которые применяют для армирования бетона. Каждый из них обеспечивает материал определенными свойствами, благодаря которым его использование становится приоритетным.

Основные виды армирующих волокон: стальные, базальтовые, стекловолоконные, углеродные, полипропиленовые, целлюлозные.

Каждый из них добавляет уникальные свойства бетону, имеющие свои достоинства и недостатки (табл. 1).

Фибробетон нашел применение в различных сферах строительства и инженерии благодаря своим уникальным характеристикам. Вот некоторые из областей, где используется фибробетон:

Строительство дорог и мостов. Применяется для укрепления и ремонта мостов, а также для создания долговечных и прочных дорожных покрытий. Его прочность и способность работать в условиях повышенной нагрузки делают его подходящим материалом для таких проектов.

Инфраструктурные сооружения. Используется для строительства и обновления инфраструктурных объектов, таких как водопроводные и канализационные системы, туннели и подземные сооружения. Его стойкость к влаге и агрессивным средам делает его подходящим для подобных задач.

Таблица 1

**Преимущества и недостатки фибробетона
по типу армирующего материала**

№ п/п	Виды армирующего материала	Достоинства	Недостатки
1	Бетон со стальной фиброй	<ul style="list-style-type: none"> - повышенная прочность; - трещиностойкость; - долговечность; - устойчивость на разрыв и растяжку; - неизменность формы 	<ul style="list-style-type: none"> - подвержен коррозии; - стальная добавка плохо связывается с бетоном
2	Базальтовый фибробетон	<ul style="list-style-type: none"> - эффективно воспринимает сжимающие и растягивающие нагрузки; - устойчивость к механическим воздействиям; - не боится химических веществ; - устойчив к огню и высоким температурам 	<ul style="list-style-type: none"> - высокая стоимость
3	Стекловолоконный фибробетон	<ul style="list-style-type: none"> - бетон имеет меньший вес при высокой прочности; - невероятная гибкость и упругость; - устойчивость к морозам 	<ul style="list-style-type: none"> - низкая щелочестойкость; - раствор заливается с помощью специального оборудования, чем усложняется монтаж фибробетона
4	Углеродный фибробетон	<ul style="list-style-type: none"> - устойчивость к любым химическим средам; - высокая прочность; - хорошая адгезия наполнителя с бетоном; - устойчивость к механическим воздействиям 	<ul style="list-style-type: none"> - высокая стоимость
5	Полипропиленовый фибробетон	<ul style="list-style-type: none"> - химическая устойчивость; - стойкость к перепадам температур; - низкая электропроводимость 	<ul style="list-style-type: none"> - не сжимается и не растягивается; - не впитывает воду; - чувствителен к высоким температурам
6	Целлюлозный фибробетон.	<ul style="list-style-type: none"> - устойчивость к кислотам и щелочам; - паропроницаемость 	<ul style="list-style-type: none"> - практически не используется в строительстве [3]

Строительство зданий. Может применяться в строительстве различных типов зданий, включая жилые, коммерческие и промышленные объекты. Он обеспечивает повышенную прочность и устойчивость к трещинам, что увеличивает долговечность и надежность конструкций.

Защита береговых линий и водоемов. Используется для укрепления береговых линий и создания защитных сооружений в прибрежных зонах. Это помогает предотвратить эрозию почвы и защитить береговую инфраструктуру.

Производство архитектурных элементов. Он может быть использован для создания архитектурных элементов, таких как фасады, ступени, барьеры и декоративные элементы благодаря его способности принимать разные формы и текстуры.

Реставрация и ремонт. Применяется для восстановления и ремонта старых зданий, мостов и других сооружений, повышая их долговечность и устойчивость [4].

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод о том, что фибробетон – оригинальный материал, имеющий уникальные свойства, зависящие от вида армирующего материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулейманова Л.А. Высококачественные энергосберегающие и конкурентоспособные строительные материалы, изделия и конструкции // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №6. С. 9-17.
2. Рябчевский И.С., Богачева М.А. Микроармирующие волокна для фибропенобетона // VII Международный студенческий строительный форум - 2022. Сборник докладов VII Международного студенческого строительного форума. Белгород, 2022. С. 269-274.
3. Волков И.В. Фибробетон. Особенности и перспективы применения в строительных конструкциях / И.В. Волков, Э.М. Газин // Стройпрофиль. 2003. № 2. С. 62-63.
4. Что такое фибробетон: особенности и применение [Электронный ресурс] – URL: <https://жби-116.пф/blog/chto-takoe-fibrobeton-osobennosti-i-primeneniye/> (Дата обращения 4.11.2023)

Тюмкина Е.А., курсант

Научный руководитель: канд. хим. наук

Кропотова Н.А.

Ивановская пожарно-спасательная академия

ГПС МЧС России, г. Иваново, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ БЕТОНА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР, ПРИБЛИЖЕННЫХ К ПОЖАРУ

В настоящее время накоплен колоссальный опыт использования самых распространенных строительных материалов таких как дерево, стекло, железо, искусственный камень, сэндвич-панели. Решения инженеров все чаще сводятся к выводу об использовании бетона в качестве основного строительного материала, обладающего одновременно такими свойствами как прочность, надежность, пожаробезопасность, устойчивость к внешним воздействиям [1]. Бетон-универсальный материал, свойства которого во многом зависят от его состава и окружающей среды. Этот материал имеет достаточно широкий диапазон применения, в том числе, когда речь идет о воздействии температуры. Бетон может использоваться при воздействии абсолютно разных условий и агрессивных сред, а также в комплексе с внешними разрушающими факторами.

Наиболее часто неблагоприятные факторы оказывают решающее значение при эксплуатации конструкций, содержащих бетон как основной материал. Это могут быть условия техногенного влияния (природного характера) и техногенного воздействия (технологический процесс, пожар, взрыв, др.), рис. 1. Следовательно, свойства бетона во многом зависят от добавок (комплексные добавки), входящие в его состав.



Рис. 1. Разрушение бетонных и железобетонных конструкций пожаром

Целью данного исследования является выявление механических свойств бетона, деформированного сжатием, при имитации пожара: воздействие высоких температур и охлаждающей водной среды.

Для решения поставленной цели, произведен обзор структур бетона и железобетона и их физико-механических свойств, выбраны составы бетона на основе доступности, изготовлены образцы и представлены результаты испытаний образцов на сжатие в различных условиях.

При внешних погодных воздействиях бетон обладает высокой устойчивостью и не распространяет огонь [2]. Применяемые бетоны в строительстве имеют высокую стойкость и прочность к воздействию открытого источника огня или загорания.

При воздействии температур различного ряда (технологический процесс, особенности производства, пожар, взрыв, излучение, конвекция, др.) на конструкции из бетона приводит к возникновению взаимно уравновешенным напряжениям, заключающиеся в разнице значений коэффициента линейной температурной деформации (далее – КЛТД) составляющих компонентов бетона – дельта (Δ). Как правило, если это железобетон, то зерен наполнителя бетона и стальной арматурой разного сортамента. Считается, что при условиях до 50°C внутренние напряжения не велики, следовательно, не приводит к снижению прочности материала.

При температурах до 200°C происходит снижение прочности приблизительно на 30 % [1, 3], а при воздействии условий, имитированных для пожара, до 600°C и последующем охлаждении бетон разрушается. В процессе пожара температура в помещении может достигать значений в пределах 800-1200°C. Поведение бетона и арматуры, входящей в состав железобетонных конструкций. Значительно снижается. Около 400°C бетон теряет прочность, около 800°C и выше бетон снижает прочностные свойства на 90% первоначального значения. При длительном воздействии подобных высоких температур прочность бетона снижается необратимо, поскольку при снижении впоследствии высоких температур и наступлении нормальных, прочность продолжает снижаться. Это значит, что в условиях пожара железобетонные конструкции теряют свою прочность из-за нарушения структуры затвердевшего цементного камня, связанной переменной деформации снаружи и внутри цементной основы и дегидратацией гидроксида кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Процесс тушения пожара способствует также снижению прочностных свойств бетона,

который обосновывает связь огнетушащего состава с бетоном. Есть еще и второстепенное явление, которое также влияет на прочностные свойства бетона: при проникновении огнетушащего вещества в перегретую пористую основу бетона способствует выбросу паровоздушного состава, приводящий к образованию трещин или приводящий к росту уже имеющихся микротрещин.

Для того чтобы защитить бетон от воздействия внешних факторов, высоких температур, а также нагрузок, возникающих от комплексного воздействия негативных факторов, используют модифицированные и комплексные добавки, улучшающие прочность, надежность и долговечность бетонных изделий. Поэтому изучение свойств поведения и работы бетона или железобетона в составе конструкций является актуальной темой исследования.

При обзоре возможных компонентов, входящих в состав цемент содержащей смеси и дальнейшего изготовления бетонных образцов, использовали доступные материалы. Основа для приготовления смесей: цемент (портландцемент), песчаная смесь и вода в соотношении 1:1:1 (пескоцементный состав), затем приготовленный раствор разделяли на составы: контрольный образец, образцы с добавками, причем вариативность добавленных составов изменялась как по компонентному составу, так и по его количеству.

В качестве минерального наполнителя использовался бой силикатного и керамического кирпича. Всего приготовлено несколько составов со следующими компонентами:

1-й состав: система $\text{SiO}_2\text{-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-V}_2\text{O}_3\text{-CaO}$, массовая доля компонентов соответственно 16:4:2:2:1,

2-й состав: система $\text{SiO}_2\text{-ПЛ-MgO-V}_2\text{O}_3\text{-CaO}$, массовая доля компонентов соответственно 10:3:2:2:1, где ПЛ – пластификатор.

3-й состав: система $\text{SiO}_2\text{-МФ-MgO-V}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$, массовая доля компонентов соответственно 10:5:2:2:2:1, где МФ – полипропиленовая микрофибра MicroТес-12.

4-й состав: система Пескоцементная смесь-ПЛ.

Далее приготовленный состав заливался в ранее приготовленные ячейки $50 \times 50 \times 50$ мм. Спустя трое суток образцы полностью затвердели и подготовлены к испытанию на сжатие, испытание воздействию высоких температур (рис. 2) с помощью высокотемпературной печи ПЛ 10/12,5.

Затем некоторые образцы подвергли испытанию на сжатие на гидравлическом прессе ПСУ-10 вплоть до его разрушения.

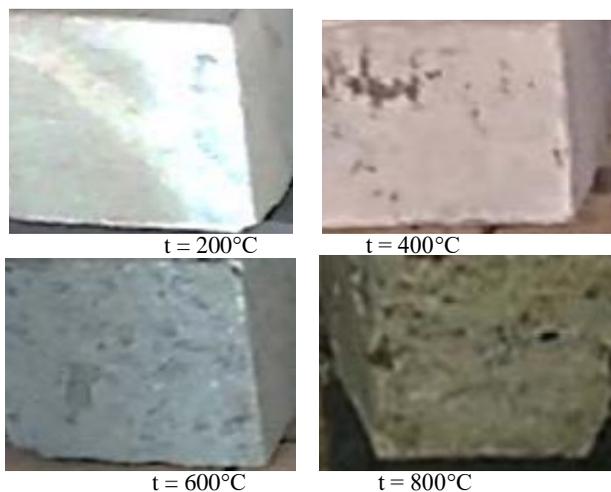


Рис. 2. Особенности термического воздействия на образцы

Результаты проведенного исследования представлены на рис. 3.

Характерная особенность для разрушающихся бетонов – образование микротрещин и трещин внутри исследуемого образца и снаружи, что и наблюдалось при термодинамическом исследовании.

При дополнительном исследовании на сжатии наблюдаем при воздействии минимальной нагрузки появление сколов и трещин, что ведет к снижению устойчивости и прочностных свойств исследуемого материала, вызывая выкрашивание.

Из диаграммы видно, что 1-й состав, содержащий минеральную добавку, увеличивает прочность материала при воздействии высоких температур. Значит увеличение прочности и твердости материала напрямую зависит от содержащихся в нем компонентов. Органоминеральная фибра (полипропиленовая MicroTec-12) препятствует усадочному трещинообразованию, повышает сопротивление статическим и динамическим нагрузкам [4]. Образцы содержащие полипропиленовую микрофибру – состав 3 (с пластификатором) при воздействии высоких температур оплавляет поверхность образца и при остывании выплавленная органоминеральная масса придает хрупкость материалу.

Использование различных компонентов в составе бетона позволяет получить абсолютно разные по свойствам бетоны. Добавление пластификатора практически в разы позволяет сократить время твердения раствора. Внешний вид всех образцов имеет отличия: добавление микрофибры способствует образованию неровностей на поверхности бетона. Добавление в состав бетона минеральных

компонентов и пластификаторов практически не дает различия во внешнем виде образцов. А вот исследования материалов на воздействие высокой температуры приводит их к различию.

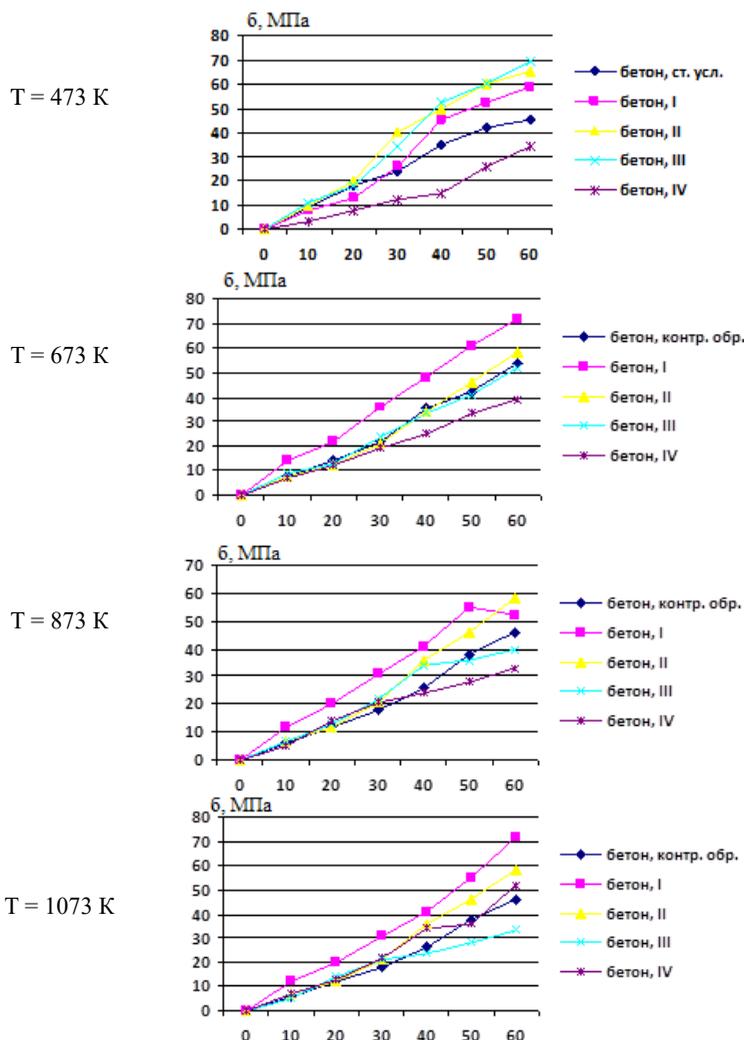


Рис. 3. Диаграмма сжатия бетона при воздействии различных температур

Наиболее устойчивым к деформации сжатия оказался 3-й состав, содержащий в своем составе полимерно-органическую фибру MicroTec-12, несмотря на то, что произошло оплавление по краям

бетонного образца. Оказалось, что оксид кремния, входящий в состав бетона, улучшает устойчивость материала к воздействию высоких температур, бетонный образец не имел видимых трещин до температуры около 600 °С. Использование минеральных добавок способствует упрочнению материала на 40%, в том числе и при воздействии температур до 800 °С. При высоких температурах происходит температурный разлом и дальнейшее разрушение бетона. По следам термической эрозии бетона можно делать предварительные заключения о степени его нагрева после пожара (см. табл.).

Таблица

Термическое разрушение бетонов от степени его нагрева

Температура, °С	Термическая эрозия бетона	Физико-механические особенности
200–400	Умеренная	Снижение прочностных и характеристик
400–800	Ускоренная	Нарушение структуры
800–1100	Быстрая	Оплавление неогнеупорных составляющих
Более 1100	Сверхбыстрая	Оплавление огнеупорных составляющих

Наилучшая устойчивость бетона к воздействию высоких температур оказалась у составов, содержащих оксид кремния и другие минеральные добавки. Добавление пластификатора, позволяет сократить только время отверждения, а вот на механические свойства материалов практически не влияет. В настоящее время продлить долговечность бетонов позволит добавление в состав бетона полимерно-органической фибры MicroTec-12, но что касается по продолжительности исследования приготовленных составов во времени (например, более 1 года) не проводилось и не являлось задачей данного исследования.

В настоящее время остается проблема, которая связана с нехваткой данных по структурам, имеющих практическое значение при осуществлении тушении пожара, а также по их физическо-механическим свойствам. Несмотря на это, некоторые ценные выводы могут быть получены из изучения вопроса об эффективности конкретных бетонных конструкций в условиях реального пожара [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Янский, А.А. Воздействие высоких температур на прочность железобетонных конструкций / А.А. Янский, И.Д. Перегул. [Электронный ресурс] https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/28529/Vozdejstvie_vysokih_temperatur_na_prochnost_zhelezobetonnyh_konstrucij.pdf?sequence=1 (дата обращения: 02.11.2023). Режим доступа: свободный. Текст : электронный.
2. Леонович, Т.Д. Прочность, трещиностойкость и долговечность конструкционного бетона при температурных и коррозионных

воздействиях: монография: в 2 ч. Ч. 1 / С. Н. Леонович [и др.]. Минск: БНТУ, 2016 – 393 с.

3. Яковлев, М.А. Исследование снижения прочностных свойств бетона под воздействием внешних факторов / М.А. Яковлев, Н.А. Кропотова // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов V Международной научно-практической конференции. Иваново, 14 октября 2021 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. С. 169 – 173. Текст : непосредственный.

4. Кропотова, Н.А. Исследование разрушения бетона под воздействием различных факторов // Устойчивость материалов к внешним воздействиям. Сборник трудов II Всероссийской научно-практической конференции, 23 сентября 2020 года. Химки: ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. 2020. С. 63 – 67. Текст : непосредственный.

5. Изотова Д.Е. Влияние высоких температур на прочность строительных материалов (бетон, железобетон, металл) // Материалы VIII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». [Электронный ресурс] URL: <https://scienceforum.ru/2016/article/2016028940> (дата обращения: 07.11.2023). Режим доступа: свободный. Текст : электронный.

**Тюнюков И.А., аспирант,
Биленко Г.Р., аспирант**

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.

Бахтина Т.А.

*Институт «Академия строительства и архитектуры»
Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского,
г. Симферополь, Россия*

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ, ТВЕРДЕЮЩИХ ПО СМЕШАННОМУ ТИПУ

Проблемы разработки и внедрения ресурсосберегающих технологий в производстве строительных материалов становятся все более актуальными в свете роста масштабов и скорости современного производства. Создание строительных композитов с низким энергопотреблением и утилизация промышленных отходов приобретают приоритетное значение для развития экономики в большинстве стран. Использование фосфогипса, который возникает как отход при производстве фосфорной кислоты, представляет собой одно

из решений этой проблемы. Применение фосфогипса в разработке новых вяжущих веществ позволит заменить часть традиционных материалов вторичными ресурсами, способствуя внедрению более экологически чистых производственных методов и мер по охране окружающей среды. Фосфогипс содержит от 80 до 98% двуводного гипса и может рассматриваться как источник гипсового сырья. Внесение извести в состав сырьевой смеси на основе фосфогипса позволит нейтрализовать вредные примеси и способствовать процессу карбонатного твердения известковой составляющей.

Следовательно, актуальной задачей становится разработка конкурентоспособных вяжущих веществ на основе фосфогипса с добавлением гидратной извести, что позволит организовать процесс гидратационного твердения полуводного фосфогипса и карбонатного твердения гидратной извести т.е., смешанного твердения.

Фосфогипс представляет собой твердый отход, производимый в процессе влажного производства фосфорной кислоты из апатитового концентрата [1]. В среднем, из каждой произведенной тонны фосфорной кислоты образуется около 5 тонн фосфогипса [2]. Данные российских источников за последние 80 лет добычи апатитового концентрата на Хибинском месторождении Кольского полуострова показывают, что было извлечено 1 млрд. 550 миллионов тонн апатито-нефелиновой руды (приблизительно половина промышленных запасов) и произведено 620 млн тонн апатитового концентрата [3]. Ежегодно в России образуется 15 млн тонн фосфогипса, и общая масса отходов на промышленных предприятиях составляет более 400 млн тонн [4].

Год от года в мире производится от 200 до 300 млн тонн фосфогипса, и на данный момент общий накопленный объем превышает 5,6 млрд тонн. Однако комплексный коэффициент использования фосфогипса составляет всего около 10 %, и существующие технологии и процессы его использования недостаточно развиты [5, 6]. Фосфогипс в большинстве случаев хранится на открытых площадках. Это приводит не только к занятию земельных угодий, но и вызывает экологические проблемы из-за вредных примесей в фосфогипсе, таких как растворимый фосфор, растворимый фтор, а также малые количества тяжелых металлов и радионуклидов, которые загрязняют окружающую среду, включая воздух, воду и почву [7].

Для получения, гипсового вяжущего из фосфогипса производили термическую обработку последнего в лабораторном вращающемся сушильном барабане при температуре в диапазоне от 120...140 °С, при атмосферном давлении, в течение одного часа. После завершения термической обработки, полученный полуводный фосфогипс хранился в герметичной емкости в течение 24 ч. Далее полуводный фосфогипс

использовался в сочетании с гидратной известью в пропорциях, установленных ортогональным двухфакторным планом эксперимента. Влажность сырьевой смеси варьировалась и составляла 18%, 23% и 28%. Количество извести – 10 %, 30 % и 50 %. Путем полусухого прессования ($P_{уд}=30$ МПа) изготавливали образцы-цилиндры диаметром и высотой 30 мм.

После формования образцы помещались в эксикатор и выдерживались в нем в течение 90 минут (гидратационное твердение), после чего их помещали в камеру принудительной карбонизации, где их выдерживали в течение 180 минут при 50% концентрации CO_2 (карбонатное твердение). После этого их переносили в сушильный шкаф и высушивали при температуре 43°C до достижения постоянной массы. После сушки образцы подвергались запланированным испытаниям в возрасте 1 и 28 сут.

В ходе обработки полученных данных с помощью программного комплекса StatSoft STATISTICA были получены поверхности отклика изменения исследуемых параметров от переменных факторов при их совместном влиянии в различном состоянии.

На рис. 1 и 2 представлено изменение прочности при сжатии и водопоглощения по массе фосфогипсо-известковых образцов в зависимости от варьируемых факторов. Так, прочность снижается с повышением количества вводимой гидратной извести в сырьевую смесь. При содержании извести в количестве 30 % от общей массы смеси, прочность при сжатии образцов достигает 25-31,6 МПа, а в образцах, содержащих 50% извести прочность составляет 15-20 МПа. Также из полученных данных можно наблюдать повышение прочности всех образцов с течением времени.

Анализ экспериментальных данных показал, что наибольшее воздействие на характеристики карбонизированных фосфогипсо-известковых композиций оказывает количество вводимой гидратной извести. Начальное содержание влаги в смеси влияет менее существенно, вероятно, потому что выбранные диапазоны значений лежат в оптимальной зоне. Увеличение содержания извести в составе формовочных смесей приводит к уменьшению прочности, снижению средней плотности материала, увеличению водопоглощения по массе и уменьшению толщины карбонизированного слоя образцов, что снижает их водостойкость.

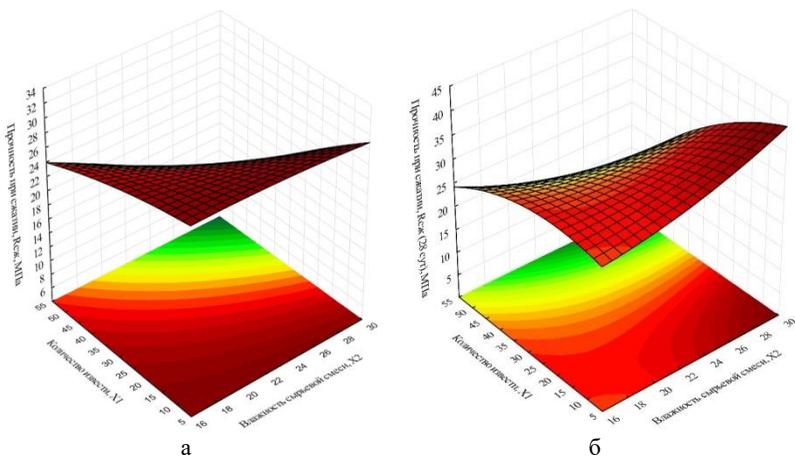


Рис. 1. Изменение прочности при сжатии, МПа, карбонизированных фосфогипсо-известковых образцов: *а* – в возрасте 1 сут; *б* – в возрасте 28 сут

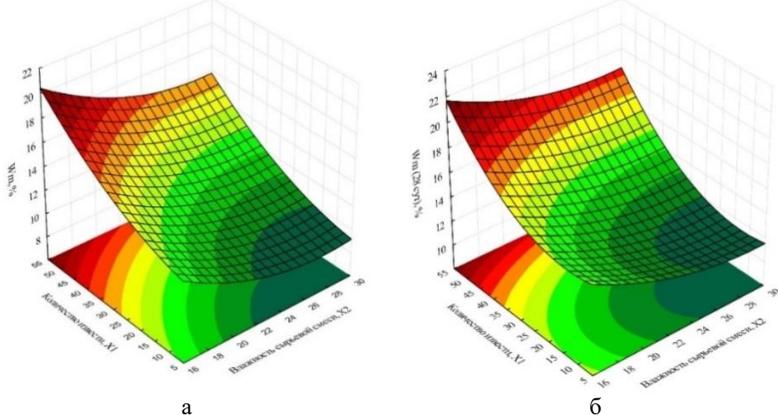


Рис. 2. Изменение водопоглощения по массе, %, карбонизированных фосфогипсо-известковых образцов: *а* – в возрасте 1 сут; *б* – в возрасте 28 сут

Рассчитанные коэффициенты совместного влияния варьируемых факторов также указывают на то, что одновременное увеличение содержания извести и влаги в формовочной смеси приводит к снижению прочности и водостойкости образцов. Результаты обработки полученных опытных данных в программном комплексе StatSoftSTATISTICA представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Коэффициенты ЭС моделей основных свойств
карбонизированных фосфогипсо-известковых образцов-
цилиндров**

Обозначение коэффициентов	Коэффициенты моделей									
	R _{сж} , МПа		ρ _о , г/см ³		K _p		W _н , %		W _о , %	
	1 сут	28 сут	1 сут	28 сут	1 сут	28 сут	1 сут	28 сут	1 сут	28 сут
b ₀	24,3	28,8	1722,1	1716,3	0,62	0,61	11,9	13,26	20,5	22,17
b ₁	-9,9	-13,8	-149,3	-145,0	-0,07	-0,05	5,6	5,3	7,4	5,87
b ₂	-5,2	-0,8	-49	-54,7	0,04	0,04	-2,9	-2,53	-5,8	-5,27
b ₁₁	-0,8	-4,9	-72,5	-58,1	0,03	0,004	1,5	3,14	1	3,51
b ₂₂	-0,3	1,6	-1,5	-1,1	0,24	0,23	1,4	1,04	2,6	2,71
b ₁₂	-3,6	-6,4	-46,0	-42,0	0,02	0,005	-0,3	0,15	-0,8	-0,1

В результате проведенных исследований в зависимости от варьирования исследуемых факторов (количество извести, водосодержание) получены образцы с прочностью при сжатии 20-31,7 МПа, водопоглощением по массе 9,2-18,2 %, водостойкостью 0,59-0,81, при средней плотности 1,57-1,78 г/см³.

Таким образом, с позиции обеспечения получения материалов с нормативными свойствами подтверждена возможность использования отвального фосфогипса в качестве основы для композиционного вяжущего твердеющего по смешанному типу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Li B., Li L., Chen X., Ma Y., Zhou M. Modification of phosphogypsum using circulating fluidized bed fly ash and carbide slag for use as cement retarder // Construction and Building Materials. – 2022. – Vol. 338. – 127630.
2. H. Tayibi, M. Choura, F.A. L'opez, F.J. Alguacil, A. L'opez-Delgado. Environmental impact and management of phosphogypsum // Journal of Environmental Management. – 90 (8). – 2009. – Pp. 2377–2386.
3. Мещеряков Ю.Г., Федоров С.В. «Промышленная переработка фосфогипса». – Стройиздат: СПб. – 2007. – 105 с.
4. Мещеряков Ю.Г., Федоров С.В. Комплексная промышленная переработка хибинского апатитового концентрата // Материалы IX международной научно - практической конференции «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий». – Изд-во «Де Нова» Минск. – 2018. – С. 124-127.
5. Macías F., C'anvas C.R., Cruz-Hern'andez P., Carrero S., Asta M.P., Nieto J.M., P'erez-L'opez R. An anomalous metal-rich phosphogypsum:

Characterization and classification according to international regulations //Hazardous Materials. – 2017. – Vol. 331. – Pp. 99–108.

6. TianT., YanY., HuZ., XuY., ChenY., ShiJ. Utilization of original phosphogypsum for the preparation of foam concrete // Construction and Building Materials.–2016. –Vol. 115. – Pp. 143–152.

7. Yang L., ZhangY., YanY. Utilization of original phosphogypsum as raw material for the preparation of self-leveling mortar // Journal of cleaner production. – 2016.– Vol. 127.– Pp. 204–213.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.054>.

Файзуллин Д.З., магистрант

Научный руководитель: канд. техн. наук

Пучков П.В.

*Ивановская пожарно-спасательная академия
ГПС МЧС России, г. Иваново, Россия*

ВЛИЯНИЕ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В настоящее время в России высокими темпами ведется возведение жилых зданий. Для строительства используются самые разные конструкционные материалы: кирпич, бетон, железобетон, дерево, газобетон и др. Керамический кирпич можно считать одним из наилучших материалов для строительства жилья: он достаточно прочный, экологичный, негорючий, не подвержен гниению, относительно не дорогой. Не смотря на все достоинства данного строительного материала его можно отнести к хрупким материалам, поэтому он плохо воспринимает знакопеременные нагрузки, удары, растягивающие и сжимающие воздействия. Следствием хрупкости кирпича является образование в стенах зданий и сооружений трещин при нормальных условиях. Возникает вопрос, как изменятся механические свойства керамического кирпича в условиях высоких температур, например, при возникновении в здании пожара.

В данной статье представлены результаты эксперимента по исследованию механических свойств полнотелого керамического кирпича в интервале температур от 25°С до 400°С. Целью эксперимента являлось исследование влияния температуры на изменение предела прочности керамического полнотелого кирпича, который широко применяется при строительстве несущих стен в гражданских и промышленных зданиях.

Образцы для проведения эксперимента были подготовлены из старых керамических рядных полнотелых кирпичей размером (250×120×65 мм). Кирпичи были напилены на кубики размером ~50×50×50 мм (рис. 1).

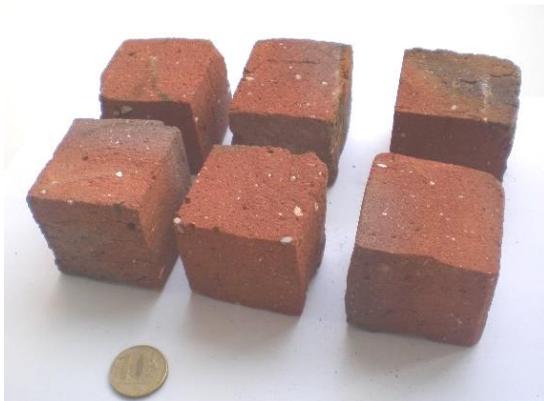


Рис. 1. Образцы для испытаний на сжатие

Задачей данного эксперимента являлось изучение снижения прочности кирпича при воздействии высоких температур в случае возникновения пожара в каком-либо из помещения здания.

Кирпич, из которого были напилены образцы ранее находился в кирпичной кладке с наружной стороны стены, поэтому долгие годы подвергался негативному воздействию окружающей среды: атмосферной влаги, воздействию плесени, мхов и т.д. Поэтому учитывая вышеперечисленные негативные факторы, можно сделать вывод, что прочность испытываемых образцов будет несколько ниже по сравнению с прочностью нового керамического кирпича. Однако в настоящее время в России возраст большого количества зданий из керамического кирпича превышает 50 лет, поэтому образцы из старого керамического кирпича по механическим свойствам наиболее приближены к механическим свойствам кирпичей, находящихся в стенах существующих старых инженерных сооружений.

Для испытания кирпичных образцов на сжатие использовался гидравлический пресс ПСУ – 10 (рис. 2), предназначенный для статических испытаний стандартных образцов строительных материалов. Максимальная сила сжатия 100000 Н (10 тонн). Также для для нагревания образцов использовалась высокотемпературная камерная электропечь ПЛ10/12,5 с максимальной температурой нагревания 1250 °С. Образцы из керамического кирпича

предварительно нагревались до различных температур, после чего на гидравлическом прессе производили измерения максимального значения разрушающей силы (рис. 3). Затем высчитывали напряжение $\sigma_{\text{в}}$ при котором образец разрушался. На рис. 2 представлены результаты измерений [1, 2].



Рис. 2. Испытание на сжатие образца на прессе ПСУ – 10

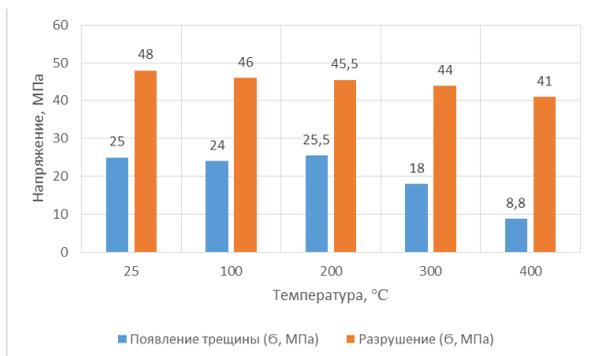


Рис. 3. График зависимости временного сопротивления керамического кирпича при деформации сжатия от температуры

Наибольшая разрушающая сила составила 11520 Н, при температуре 25 °С, а наименьшая сила разрушения образца составила 9250 Н при температуре 400 °С. Однако если посмотреть на рис. 3, то видно, что при температуре 400°С напряжение, при котором образовалась трещина составляет 0,88 МПа, а при температуре 25°С 2,5 МПа.

На основе полученных данных построен график зависимости временного сопротивления керамического кирпича при деформации сжатия от температуры. Данный график представлен на рис. 3 [3, 4].

Как видно из графика на рис. 3 в интервале температур от 25°C до 400°C наблюдается линейная зависимость снижения временного сопротивления керамического кирпича от температуры. Появление трещин в образцах при повышении температуры от 25°C до 400°C имеет не линейную зависимость [5].

Характер разрушения образцов при различных температурах представлен на рис. 4.

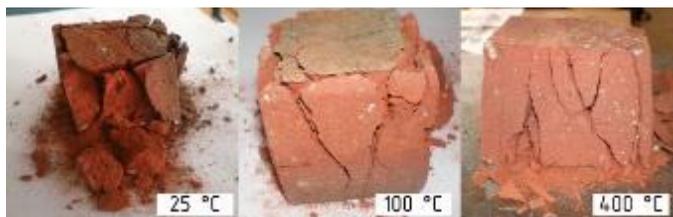


Рис. 4. Разрушение образцов, изготовленных из керамического полнотелого кирпича при различных температурах

На основании проведенных экспериментов можно сделать вывод, что временное сопротивление при сжатии керамического кирпича в интервалах температур от 25°C до 400°C снижается незначительно с 48 до 41 МПа, что составляет 14,5 % от прочности при нормальных условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пучков, П. В. Разрушение строительных металлоконструкций в условиях пожара / П. В. Пучков, В. В. Киселев, А. В. Топоров // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2010. – № 3. – С. 29-32.
2. Gomonay, M. Influence on durability of details of engineering construction in case of emergency / M. Gomonay, P. Puchkov // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2014. – No. 4(23). – P. 17-22.
3. Пучков, П. В. Исследование влияния высоких температур на механические свойства керамических материалов / П. В. Пучков, В. Е. Иванов // Современные пожаробезопасные материалы и технологии : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 370-й годовщине образования пожарной охраны России, Иваново, 11 декабря 2019 года. – Иваново: Федеральное

государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2019. – С. 168-172.

4. Пучков, П. В. Исследование свойств керамических материалов при возникновении чрезвычайных ситуаций техногенного характера / П. В. Пучков // Гражданская оборона на страже мира и безопасности : Материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны. В 3-х частях, Москва, 28 февраля 2020 года. Том Часть II. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, 2020. – С. 360-364.

5. Пучков П.В. Влияние негативных факторов пожара на механические свойства керамических строительных материалов // NovaInfo.Ru (Электронный журнал.) – 2020 г. – № 118, С. 4-6

Шевцов А.А., студент

**Научный руководитель: канд. экон. наук, доц.
Питель Т.С.**

*Орловский государственный аграрный
университет им. Н.В. Парахина, г. Орёл, Россия*

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ УСИЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Композитные материалы – это материалы, состоящие из двух или более различных компонентов, которые соединяются таким образом, что сохраняют свои индивидуальные свойства и образуют новый материал с улучшенными характеристиками. Композитные материалы состоят из матрицы и наполнителя. Матрица – это основа, которая придает форму и связывает наполнитель. Наполнитель – это частицы или волокна, которые усиливают матрицу и повышают ее прочность, жесткость, тепло- и звукоизоляцию и другие свойства.

Усиление строительных конструкций композитными материалами может быть необходимо по разным причинам, таким как:

- износ или повреждение конструкций в процессе эксплуатации;
- изменение нагрузок или функционального назначения объекта;

- повышение требований к сейсмостойкости или огнестойкости конструкций;
- устранение дефектов или ошибок проектирования или строительства.

Существуют различные методы и технологии усиления строительных конструкций композитными материалами, такие как:

- нанесение композитных ламинатов на поверхность конструкций;
- обвязка или обертывание конструкций композитными бандажами или тканями;
- введение композитных арматурных стержней в бетонную матрицу;
- заполнение трещин или пустот в конструкциях композитными смолями или растворами.

При выборе метода и материала для усиления строительных конструкций необходимо учитывать ряд факторов, таких как:

- тип и состояние усиливаемой конструкции;
 - характер и величина дополнительной нагрузки;
 - условия эксплуатации и воздействия окружающей среды;
 - экономическая целесообразность и эстетический эффект.
- Применение композитных материалов при усилении строительных конструкций имеет ряд преимуществ перед традиционными методами, такими как:
- возможность увеличения несущей способности и жесткости конструкций без значительного увеличения их массы и размеров;
 - возможность выполнения работ без демонтажа или остановки эксплуатации объекта;
 - возможность применения различных видов композитных материалов в зависимости от требуемых свойств и характеристик;
 - возможность контроля качества и надежности усиления с помощью неразрушающих методов

Композитные материалы широко применяются в различных отраслях промышленности, в том числе в строительстве. Строительные композиты могут быть разделены на несколько видов в зависимости от типа матрицы и наполнителя:

Бетоны – композиты на основе цементной или полимерной матрицы и различных наполнителей, таких как песок, щебень, гравий, стекло-, базальтовые или углеродные волокна и другие. Бетоны обладают высокой прочностью, долговечностью, морозостойкостью и огнестойкостью. Бетоны используются для возведения фундаментов, стен, перекрытий, колонн, балок и других конструкций.

Органопластические композиты – композиты на основе полимерной матрицы (смолы) и органических наполнителей (волокон), таких как древесина, хлопок, лен, шерсть и другие. Органопластические композиты легкие, гибкие, устойчивые к коррозии и биологическому разрушению. Органопластические композиты используются для изготовления дверей, окон, мебели, облицовочных панелей и других элементов интерьера и экстерьера.

Стеклопластики – композиты на основе полимерной матрицы (смолы) и стеклянных волокон. Стеклопластики обладают высокой прочностью, жесткостью, устойчивостью к коррозии и агрессивным средам. Стеклопластики используются для изготовления трубопроводов, резервуаров, кровельных материалов, фасадных панелей и других конструкций.

Углепластики – композиты на основе полимерной матрицы (смолы) и углеродных волокон. Углепластики обладают высочайшей прочностью, жесткостью, легкостью и теплопроводностью. Углепластики используются для изготовления легких и прочных конструкций, таких как мосты, плотины, антенны, крылья самолетов и другие.

Текстолиты – композиты на основе фенольной или эпоксидной смолы и бумажного или тканевого наполнителя. Текстолиты обладают хорошей диэлектрической проницаемостью, механической прочностью и термостойкостью. Текстолиты используются для изготовления изоляционных материалов, печатных плат, деталей машин и приборов.

Металлокомпозиты – композиты на основе металлической матрицы и металлических или неметаллических наполнителей. Металлокомпозиты обладают высокой теплостойкостью, износостойкостью, жаропрочностью и антикоррозийностью. Металлокомпозиты используются для изготовления лопаток турбин, деталей двигателей, крепежных элементов и других конструкций.

Композитные материалы имеют ряд преимуществ перед традиционными строительными материалами, такими как:

Высокая прочность и жесткость при низком удельном весе. Композитные материалы могут выдерживать большие нагрузки без деформации и разрушения. Это позволяет снизить массу и размеры конструкций, а также уменьшить расход материала и транспортные затраты.

Высокая долговечность и стабильность свойств. Композитные материалы не подвержены коррозии, гниению, биологическому разрушению, ультрафиолетовому излучению и другим внешним воздействиям. Это обеспечивает им длительный срок службы без потери качества и необходимости ремонта или замены.

Высокая тепло- и звукоизоляция. Композитные материалы имеют низкую теплопроводность и высокую звукопоглощающую способность. Это способствует созданию комфортного микроклимата в помещениях и снижению шумового загрязнения окружающей среды.

Снижение себестоимости строительства за счет экономии материала, транспортировки, монтажа и обслуживания.

Повышение надежности и безопасности строительных конструкций за счет устойчивости к различным воздействиям и возможности контроля качества материала.

Повышение эстетического и функционального качества строительных объектов за счет разнообразия форм, цветов и текстур композитных материалов и возможности создания сложных архитектурных решений.

Однако применение композитных материалов в строительстве также имеет ряд недостатков, таких как:

Высокая стоимость некоторых видов композитных материалов по сравнению с традиционными материалами.

Сложность производства и обработки некоторых видов композитных материалов, требующая специального оборудования и квалифицированного персонала.

Недостаточная стандартизация и нормирование композитных материалов, затрудняющая их сертификацию и контроль качества.

Недостаточная экологичность некоторых видов композитных материалов, содержащих токсичные или опасные для окружающей среды вещества.

Таким образом, композитные материалы в строительстве являются перспективным направлением развития строительной индустрии, которое позволяет создавать высококачественные, надежные и эстетически привлекательные строительные объекты. Однако для более широкого внедрения композитных материалов в строительстве необходимо решить ряд проблем, связанных с их стоимостью, производством, стандартизацией и экологичностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Композитные материалы – Википедия https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB (дата обращения: 21.10.2023)

2. Композиционные материалы в строительстве: виды, характеристики, свойства, преимущества и особенности - Stroiblogger.com. URL: <http://stroiblogger.com/kompozitsionny-e-materialy->

vidy-primeneniye-v-stroitel-stve-i-osnovny-e-preimushhestva/ (дата обращения: 21.10.2023)

3. Композитные материалы в строительстве: преимущества и недостатки – статьи компании ООО «РЕСАНО». URL: <https://www.resano.ru/articles/kompozitnye-materialy-v-stroitelstve-preimushhestva-i-nedostatki/> (дата обращения: 22.10.2023)

4. Современные композитные материалы в строительстве - Ваш Дом.СПБ. URL: <https://spb.vashdom.ru/articles/sovremennye-kompozitnye-materialy-v-stroitelstve.htm> (дата обращения: 23.10.2023)

5. Ерофеев В.Т., Родин А.И., Богатов А.Д., Казначеев С.В., Смирнов В.Ф., Светлов Д.А. Физико-механические свойства и биостойкость цементов, модифицированных серноокислым натрием, фтористым натрием и полигексаметиленгуанидин стеаратом // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 7. Тула : Изд-во ТулГУ, 2012. Ч. 2. С. 292-309. (дата обращения: 26.10.2023)

**Шептун К.Р., студент,
Чернышев В.С., студент**

**Научный руководитель: ст. преп.
Пириев Ю.С.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АРМИРОВАННЫЙ ПЕНОБЕТОН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Пенобетон – это материал, получаемый в результате твердения раствора путем смешивания цемента, песка, воды и пенообразователя. Представляет собой ячеистый бетон, имеющий пористую структуру, которая состоит из мелких частиц, это придает ему легкость и хорошие теплоизоляционные свойства, что делает его очень популярным материалом в строительстве. Изображение пенобетонных блоков представлено на (рис. 1).

Армированный пенобетон – это пенобетон (также этот материал называют фибропеноблок), в который добавляют арматурные элементы для увеличения его прочности и устойчивости к нагрузкам. Арматура может иметь вид стальных стержней или металлической сетки. Это усиление позволяет повысить несущую способность конструкции [1].

Впервые пенобетон был разработан в 1924 г. шведским архитектором Эриком Байеменом. Этот материал стали активно использовать в промышленном строительстве для изготовления железобетонных конструкций [2].



Рис. 1. Пенобетонные блоки

В начале 1930-х гг. пенобетон начал активно использоваться в строительстве с использованием арматурных элементов. В Германии были построены первые малоэтажные здания из этого материала.

Технологии производства армированного пенобетона активно совершенствоваться и в настоящее время. Разрабатываются новые методы добавления арматурных элементов и улучшения свойств строительного материала. Сегодня армированный пенобетон широко применяется по всему миру [3].

Этапы производства армированного пенобетона:

1. Подготовка строительных материалов: сначала необходимо подготовить все необходимые строительные материалы для производства пенобетона. Это цемент, песок, вода и пенообразователь.

2. Приготовление пенобетонной смеси: материалы смешивают в определенных пропорциях в смесительной установке. В результате получается однородная смесь, которая будет использоваться для создания конструкций.

3. Формовка: смесь распределяют в формы при помощи укладочных приспособлений, где она проходит процесс затвердевания и принимает нужную форму. Формы могут иметь различные геометрические размеры и формы.

4. Армирование: в процессе формовки в смесь добавляются арматурные элементы, такие как стальные стержни или металлические сетки.

5. Твердение: после формовки и добавления арматуры, пенобетон оставляют для твердения при естественном твердении этот процесс занимает 28 суток. Этот промежуток времени позволяет сделать материал прочным и устойчивым к нагрузкам.

6. Отделка: после полного твердения пенобетона, конструкции проходят этап обработки: шлифовка, пропитка специальными покрытиями [4-5].

Армированный пенобетон пользуется широким спросом при строительстве: зданий, мостовых сооружений, туннелей, где требуется долговечность и высокие прочностные характеристики материала.

Также этот материал широко используют для возведения стен и перекрытий в гражданском строительстве (рис. 2).

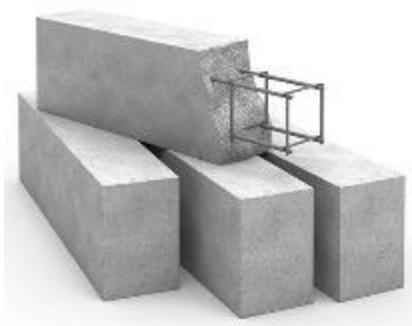


Рис. 2. Армирование пенобетонных перемычек

Армирование шва пенобетоном широко применяется при возведении межкомнатных стен, так как эти элементы конструкции не имеют большой толщины как внешние стены. Армирование шва элемента стены армированным пенобетоном представлено на (рис. 3).

Таким образом, можно сделать вывод, что армированный пенобетон имеет ряд недостатков: требование тщательного проектирования, исполнения и армирования. Также, армированный пенобетон является достаточно дорогим по сравнению с другими аналогами.



Рис. 3. Армирование шва элемента стены армированным пенобетоном

Однако, армированный пенобетон имеет большое количество преимуществ: относительная легкость, теплоизоляционные свойства, устойчивость к огню, экологичность, а также возможность создания различных форм и конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кауфман Б.Н. Производство и применение пенобетона в строительстве. – Москва: Строй ЦНИЛ, 1940. – 127 с.
2. Лесовик В. С. Строительные композиты на основе отсеков дробления бетонного лома и горных пород / В. С. Лесовик, С.-А. Ю. Муртазаев, М. С. Сайдумов. – Грозный, МУП «Типография», 2012. – 192 с.
3. Михайлов Н.В. Основные принципы новой технологии бетона и железобетона. – Москва: Госстройиздат, 1961. – 51 с.
4. Аниканова Т.В. Пенобетоны для интенсивных технологий строительства / Т.В. Аниканова, Ш.М. Рахимбаев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 127с.
5. Кудяков А.И. Пенобетон армированный теплоизоляционный естественного твердения / А.И. Кудяков, А.Б. Стешенко. – Томск: Вестник ТГАСУ, 2014. – 133 с.

Dolgova A.V., Master's degree

**Scientific advisor: Ph. D., Associate Professor
Afonina E.V.**

*Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia*

OVERVIEW OF PROPERTIES AND APPLICATION OF POLYMER COMPOSITE MATERIALS

Composite materials, thanks to a complex of valuable properties, are used in almost all industries: aerospace, automotive, shipbuilding, construction, sports, biomedical and many others. Despite the fact that composites have already been studied well enough and have become familiar materials, interest in them does not weaken. The use of various types of matrices, fillers, additives, modifiers allows to obtain polymer composite materials with different structures and the required set of operational properties.

Properties of composite materials. Products made of polymer composite materials are operated in various conditions: temperature, humid and aggressive environment, radiation, etc., while chemical and physical processes can occur that lead to a change in their operational properties. The paper [6] provides an overview of studies of mechanical properties of reinforced polymer composites at elevated temperatures. Tribological aspects and mechanisms of wear of fiber-reinforced polymers play an important role in expanding the application areas of composite materials and improving the reliability of structures based on them [1].

Forecasting the service life of products made of composite materials is a complex task and, if full-scale tests are carried out, it is very long, therefore, a deep understanding of the aging process of composites in various environments and conditions, as well as the development of accelerated testing methods are very relevant tasks [2].

Residual stresses in composite products arising in the process of their production can lead to warping and even a decrease in strength, so this issue cannot be ignored in this review. The recently published book contains works dealing with various issues related to understanding the phenomenon of residual stresses in composites: measurement, modeling, methods of reduction [3].

Composite materials with special properties. One of the urgent tasks today remains the development of composite materials with special properties. In this context, a class of composite materials called functional gradient materials (FGM) with predetermined smoothly changing properties is interesting, which over the past 30 years of their application have not only not lost relevance, but have also received a new round in development thanks to additive technologies [4].

Composites based on electrically conductive polymers open up wide possibilities for creating materials with special properties [5]. Conductive polymers are used as chemical sensors, which is based on a change in their properties when interacting with compounds and ions with redox activity. In the case of conductive polymers, an electrochromic effect may occur during their transition from a conductive (oxidized) state to a non-conductive (reduced) state by changing the potential of the electrode. Electrochromic materials, due to their ability to change light transmittance in the optical range, can be used in smart glasses and displays. Smart glasses based on electrochromic materials are an actively developing topic. The concept of variable light transmittance is attractive because it is able to reduce energy consumption for air conditioning [6]. Smart materials and

composites are a separate independent topic for review, we will mention only some books and review articles published in recent years [7-8].

Work is underway to create polymer composite materials with shape memory and suitable for use in space conditions, various composite materials with shape memory based on polymer matrices are described in the literature [9]. Self-healing composite materials are created based on various approaches: capsule, channel, shape memory, etc. [10]

Application. In conclusion, I would like to note that a large number of works are devoted to the review of the use of composites in various fields of technology and industry.

The aerospace industry has been and remains the main driver of composites [11], traditional carbon, glass, basalt and other plastics are being used and improved, fundamentally new "smart" composites are being developed that allow creating structures with the functions of self-diagnosis, controlled shape change, self-healing, de-icing, radio transparency, etc. [12].

It is difficult to overestimate the role of shipbuilding in the development of composites, currently polymer composite materials due to the combination of high corrosion resistance and specific mechanical properties are used for the manufacture of ship hulls, rudder and direction, turbine blades and much more in both civil and military vessels [13].

Due to the wide possibilities of composites, the relative reduction in their cost and, as a result, an increase in production volumes, they began to be actively used in the automotive industry, which significantly reduced the weight of cars and, accordingly, fuel consumption, as well as increased passenger and driver safety [14].

In recent years, the construction sector has become one of the largest consumers of polymer composites. In particular, fiberglass has been used in construction for more than 50 years, mainly for the restoration of buildings, but due to the high cost and insufficient durability, they have not been used in large quantities. Developments in recent years to improve the characteristics of reinforced plastics have made it possible to expand the scope of their application far beyond the restoration of existing buildings: for seismic modernization of buildings and bridges, reinforcement of metal and wooden beams, etc. [15].

The sports industry has become not only an active consumer of polymer composites, but also a sector investing in the research and development of polymer composite materials and technologies for producing sports products from them. It is difficult to list all sports products

made of polymer composites, this list is not only huge, but also constantly increasing [16].

Polymer composite materials, due to their high specific strength characteristics, biocompatibility and other valuable and regulated properties, have become actively used in various fields of medicine. Reinforced polymer composites solve many problems associated with the use of traditional isotropic dental materials. They were first tested in the 1960s, but have been more widely researched and clinically approved for use in dentistry for the last 35 years, and for use in medical implants for the last 20 years. New areas of application of polymer composites are opening up due to their universal properties from the point of view of biomechanics, the possibility of adding biologically active compounds to the structure of a medical device and to the polymer matrix. Polymer composites have found application in orthopedic and traumatological surgery and spinal surgery. Artificial limbs of the new generation are becoming more functional, durable, aesthetic, and accordingly the requirements for the materials used are expanding and becoming more complex. Carbon fiber plastics and carbon composites are used for the manufacture of prostheses. The choice of material when creating an orthopedic device is crucial for its success, primarily the physical properties of orthopedic materials, such as their elasticity, hardness, density, temperature response, durability, flexibility, compressibility and elasticity. It should be noted that the review of the ways of development of polymer composites given in the article does not cover the entire range of possibilities of these materials.

REFERENCES

1. Meghashree Padhan, Umesh Marathe, Jayashree Bijwe. Surface topography modification, film transfer and wear mechanism for fibre reinforced polymer composites -An Overview // Surf. Topogr.: Metrol. Prop. – 2020, 8(4), 043002.
2. Antonio Carvalho Filho. Durability of Industrial Composites. Taylor & Francis Group, LLC. – 2019.
3. Residual stresses in composite materials. Woodhead Publishing Limited. – 2021.
4. Bassiouny Saleh, Jinghua Jiang, Reham Fathi, Tareq Al-hababi, Qiong Xu, Lisha Wang, Dan Song, Aibin Ma. 30 Years of functionally graded materials: An overview of manufacturing methods, Applications and Future Challenges // Composites Part B. – 2021, 201, 108376.

5. Onggar T., Kruppke I., Cherif C. Techniques and processes for the realization of electrically conducting textile materials from intrinsically conducting polymers and their application potential // *Polymers*. – 2020, 12, 2867. 1...46
6. Brzezicki M. A systematic review of the most recent concepts in smart windows technologies with a focus on electrochromics // *Sustainability*. – 2021, 13, 9604. 1...25.
7. Ramlow H., Andrade K. L., Serafini Immich A.P. Smart textiles: an overview of recent progress on chromic textiles // *The journal of the textile institute*. – 2020, 152...171.
8. *Smart Polymer Nanocomposites. Biomedical and Environmental Applications*. Elsevier Ltd. – 2021.
9. Stephen Kirwa Melly, Liwu Liu, Yanju Liu, Jinsong Leng. Active composites based on shape memory polymers: overview, fabrication methods, applications, and future prospects // *J Mater Sci*. – 55, 2020. 10975...11051.
10. *Self-Healing Composite Materials. From Design to Applications*. Elsevier Inc. – 2020.
11. *Polymer Composites in the Aerospace Industry*. Elsevier Ltd. – 2020.
12. K. Sharma, G. Srinivas. Flying smart: Smart materials used in aviation industry // *Materials Today: Proceedings*. –2020, 27. P. 244...250.
13. Saravanan M., Bubesh Kumar D. A review on navy ship parts by advanced composite material // *Materials Today: Proceedings*. – 2021, 45. P.6072...6077.
14. Ahmad H., Markina A. A., Porotnikov M. V., Ahmad F. A review of carbon fiber materials in automotive industry // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. – 2020, 971, 032011, 1...10.
15. Fayomi O.S.I., Okwilagwe O., Agboola O., Oyedepo S.O, Popoola A.P.I. Assessment of composite materials in advance application: A mini overview // *Materials Today: Proceedings*. – 38, 2021. P.2402...2405.
16. Egbo. M. K. A fundamental review on composite materials and some of their applications in biomedical engineering // *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*. – 2020. 1...18.

УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

Глабец П.А., магистрант,
Тарасов М.В., магистрант

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.
Есипов С.М.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ФИЗИЧЕСКИЙ ИЗНОС КАК ФАКТОР УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ

Недвижимость играет важную роль в жизни людей и экономическом развитии общества. Это актив, который требует инвестиций и управления на протяжении всего своего жизненного цикла. Одним из ключевых факторов, влияющих на управление объектами недвижимости, является физический износ. В данной статье мы рассмотрим, как физический износ влияет на жизненный цикл недвижимости и как им можно эффективно управлять [1].

Важно понимать, что физический износ не является неизбежным процессом, а зависит от нескольких факторов, включая качество начального строительства, уровень технического обслуживания и климатические условия. Он может проявляться в разных формах, включая коррозию, износ материалов, механические повреждения и устаревание технологий.

Физический износ имеет прямое влияние на стоимость эксплуатации и обслуживания недвижимости, а также на общую стоимость жизненного цикла объекта. Поэтому его правильное изучение и управление являются важными аспектами стратегического планирования и управления недвижимостью [2].

Физический износ объектов недвижимости зависит от множества факторов, которые могут оказывать различное воздействие на их состояние. Важно понимать эти факторы, чтобы эффективно управлять физическим износом и продлить жизненный цикл недвижимости. Вот некоторые из наиболее значимых факторов, влияющих на физический износ:

– экстремальные климатические условия, такие как морозы, жара, высокая влажность или сильные осадки, могут вызывать

ускоренный износ наружных элементов зданий, таких как крыши, фасады и окна;

- использование низкокачественных строительных материалов при возведении объекта недвижимости может привести к ускоренному износу и деградации. Высококачественные и устойчивые материалы способствуют более долгому сроку службы недвижимости;

- регулярное техническое обслуживание и ремонт инженерных систем и строительных компонентов является ключевым фактором в предотвращении физического износа. Следя за состоянием систем отопления, вентиляции, кондиционирования, электрических систем и других элементов, можно предотвратить их поломки и ускоренный износ;

- технологически и функционально устаревший объект недвижимости может стать более подверженным износу, так как системы и компоненты могут стать менее эффективными и требовать чаще обслуживания.

Понимание этих факторов и их влияния на физический износ помогает разработать стратегии управления недвижимостью, включая планы технического обслуживания, регулярные инспекции и выбор качественных материалов при строительстве [2].

Физический износ недвижимости имеет значительное влияние на стоимость эксплуатации и обслуживания на разных этапах жизненного цикла объекта недвижимости. Давайте рассмотрим это в контексте каждой из фаз жизненного цикла:

- фаза проектирования и строительства: качество строительных материалов и технологий, выбранных на этой стадии, имеет непосредственное влияние на будущий физический износ;

- фаза эксплуатации: физический износ, возникающий на этой стадии, может потребовать более интенсивного технического обслуживания и регулярных ремонтов. Например, устаревшие инженерные системы и компоненты могут требовать замены или ремонта, что увеличит операционные расходы;

- фаза капитального ремонта и реконструкции: понимание физического износа становится ключевым при принятии решений о капитальном ремонте или реконструкции. Необходимость реконструкции может возникнуть, если физический износ начинает сильно влиять на эксплуатацию. В таких случаях реконструкция может стоить дороже, чем регулярное обслуживание, но это может увеличить срок службы недвижимости и снизить будущие расходы на обслуживание;

– фаза сноса: по мере нарастания физического износа недвижимости, стоимость обслуживания может значительно возрасти. На этой стадии физический износ может быть одной из ключевых причин, по которой решается о сносе или утилизации объекта. Это может представлять экономическую нецелесообразность обслуживания старой и изношенной недвижимости.

Разработка долгосрочных планов и бюджетов имеет высокую важность в контексте эффективного управления физическим износом недвижимости. Этот подход обеспечивает систематичное и долгосрочное планирование, что имеет целый ряд выгодных аспектов [3].

Во-первых, долгосрочное планирование позволяет оценить текущее состояние недвижимости и спрогнозировать ее будущие потребности в обслуживании и ремонте. Это создает более предсказуемую среду и помогает избежать неожиданных аварий и крупных ремонтов, что может значительно сэкономить финансовые ресурсы.

Во-вторых, долгосрочные бюджеты позволяют распределить финансовые ресурсы наиболее эффективным образом. Заранее предусмотренные затраты на обслуживание и ремонт более эффективно учитываются в бюджете, что снижает риск нехватки средств и дополнительных расходов.

Кроме того, долгосрочное планирование помогает управлять финансовыми рисками, связанными с физическим износом. Заранее выделенные средства на обслуживание и ремонт помогают учесть не только текущие, но и будущие потребности недвижимости, что минимизирует финансовые риски и способствует более стабильному управлению недвижимостью [3].

Кроме того, долгосрочное планирование способствует увеличению срока службы недвижимости. Систематическое и своевременное обслуживание, предусмотренное в долгосрочных планах, помогает снизить износ и продлить срок службы систем и компонентов.

Наконец, долгосрочное планирование улучшает эффективность управления недвижимостью. Это позволяет управленческому персоналу определить приоритеты, учитывать факторы, влияющие на физический износ, и разрабатывать стратегии для управления рисками и ресурсами [4].

Обобщая, разработка долгосрочных планов и бюджетов является критически важным инструментом для эффективного управления физическим износом недвижимости. Она способствует устойчивости, экономической эффективности и продлению срока службы недвижимости, что является существенным аспектом для владельцев и управляющих недвижимостью [5].

Физический износ важен для управления жизненным циклом недвижимости и стоимостью эксплуатации. Капитальный ремонт и разработка долгосрочных планов играют решающую роль в увеличении срока службы и снижении износа. Оптимальное управление физическим износом способствует эффективному управлению недвижимостью и экономической эффективности [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Меркулов, С. И. О формировании методики оптимизации планирования капитального ремонта жилых зданий на этапах эксплуатации и ремонта / С. И. Меркулов, С. М. Есипов, Г. Г. Голиков // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2023. – № 5. – С. 62-70. – DOI 10.34031/2071-7318-2023-8-5-62-70. – EDN EERGBH.

2. ВСН 58-88(р). Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения.

3. Особенности регулирования стоимости комплексного жилищного строительства в контрактах жизненных циклов недвижимости / С.А. Баронин, А.Г. Янков // Вестник государственного университета управления. -2013. - №23

Технология, организация и механизация ремонтно-строительных работ : учебное пособие / В. М. Лебедев. - Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 271 с.

5. Меркулов, С. И. Железобетонные конструкции производственных зданий : учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности "Промышленное и гражданское стр-во" направления подгот. дипломированных специалистов "Стр-во" / С. И. Меркулов, В. М. Дворников ; С. И. Меркулов, В. М. Дворников ; М-во образования и науки Российской Федерации, Курский гос. технический ун-т. – Курск : Курский гос. технический ун-т, 2006. – 267 с. – ISBN 5-7681-0282-5. –

6. Патент № 41475 Российская Федерация, МПК E04B 2/84, E04C 2/26. Наружная многослойная монолитная стена многоэтажного здания : № 2004115522/22 : заявл. 24.05.2004 / Н. С. Кобелев, С. И. Меркулов, М. В. Лысых ; заявитель Юго-Западный государственный университет. – EDN ZCLPBZ.

**Лавриненко Л.И., магистрант,
Смыслова Д.А., магистрант**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.
Хахалева Е.Н.**
*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ

Автоматизация управления жизненным циклом строительных объектов на разных стадиях представляет собой внедрение технологических решений и информационных систем для оптимизации процессов, связанных с управлением строительными объектами на всех этапах их развития.

В настоящее время, развитие строительной отрасли тесно связано с технологическим прогрессом. Внедряются цифровые сервисы, которые являются средствами повышения производительности и эффективности строительных процессов. Происходит постепенный переход с традиционных методов управления жизненными циклами строительных объектов на автоматизацию.

Автоматизация – организация процессов, при которой участие человека в управлении сводится к минимуму. Например, программа сама производит расчеты, сверяет данные и находит несоответствия, собирает статистику.

Целью автоматизации является увеличение темпа жилищного строительства и повышение комфортности городской среды, что должно приводить к повышению качества жизни граждан [1].

В цифровизации строительной отрасли существуют следующие направления:

- перевод градостроительных процедур в электронный формат;
 - обеспечение хранения документов в электронной форме;
 - сбор статистики о строительстве по данным из информационных систем;
 - обеспечение внедрения технологии информационного моделирования.
- Преимуществом выполнения работ, с помощью цифровых систем являются:
- скорость – часть функций берут на себя сервисы, сотрудники не тратят на них время;

- точность – расчеты производятся программой на основе актуальных данных;
- согласованность – единое цифровое пространство позволяет увидеть и устранить коллизии;
- прозрачность – можно контролировать все этапы строительства, не выезжая на объект.

Строительная область, до появления цифровых технологий, включала в себя много ручного труда и бумажной волокиты. Использование цифровых сервисов позволило заказчикам и подрядчикам снизить расходы и более грамотно расходовать ресурсы. Благодаря увеличению скорости строительства сокращаются расходы на заработную плату и кредитные выплаты. За счет более точных расчетов сводятся к минимуму дополнительные работы, излишняя закупка и перерасход материалов. На рисунке 1 представлены несколько цифровых технологий, которые актуальны на данный момент и будут актуальны в ближайшем будущем [2, 3].



Рис. 1. Цифровые технологии

Существует 5 основных стадий эксплуатации объекта:

1. Начальная стадия (предпроектная).
2. Стадия проектирования.
3. Стадия строительства.
4. Стадия эксплуатации.
5. Ремонт и реконструкция.

На начальной стадии, в процессе предпроектных работ, автоматизация управления позволяет проводить анализ рыночного спроса, оценивать экономическую целесообразность строительства и рассчитывать бюджетные параметры проекта. Для проектирования информационной системы для расчета оплаты труда в торговле используются технология промышленного автоматизированного проектирования с использованием CASE-технологий (BPWin, ERWin).

Это позволяет определить оптимальные стратегии развития, выбрать наиболее перспективные строительные объекты и максимизировать эффективность инвестиций.

На этапе проектирования автоматизация управления жизненным циклом строительных объектов предоставляет возможность создания 3D-моделей и виртуальных прототипов зданий и сооружений, что позволяет детально проработать проектные решения, оптимизировать использование ресурсов и избежать ошибок в планировании. Для создания моделей применяются такие программные комплексы как Revit, Archicad, Tekla, Aveva, Allplan, Bentley, Renga. Также автоматизация позволяет автоматически сгенерировать рабочую документацию и сметную документацию, что значительно упрощает и ускоряет процесс подготовки проекта к строительству.

При строительстве автоматизация управления позволяет контролировать процессы исполнения работ, учитывать взаимодействие различных подрядчиков и соблюдение требований проектной документации. С помощью специализированных программ и датчиков можно отслеживать качество строительных материалов, контролировать сроки. Применение цифровых технологий также способствует улучшению безопасности на стройке, позволяя своевременно выявлять потенциальные опасности и принимать меры для их устранения. Автоматический мониторинг и контроль параметров строительства позволяют оперативно реагировать на возможные отклонения и предотвращать возникновение проблем.

В эксплуатационной фазе автоматизация управления жизненным циклом строительных объектов позволяет обеспечить эффективное и безопасное управление объектом, проводить техническое обслуживание и ремонтные работы. Автоматическая система учета и контроля расхода ресурсов позволяет снижать затраты на эксплуатацию объекта и оптимизировать его производственные процессы. Благодаря системам автоматического мониторинга можно контролировать работу инженерных сетей, оптимизировать энергопотребление и вовремя реагировать на нештатные ситуации.

Также цифровые технологии способствуют обеспечению эффективного управления обслуживанием и ремонтом строительных объектов. Они позволяют вести учет технического состояния различных систем и оборудования, предупреждать о необходимости проведения предупредительных работ и замены деталей. Это позволяет планировать ремонтные работы заранее, сокращая время простоя и экономя ресурсы [4, 5].

Таким образом, автоматизация управления жизненным циклом строительных объектов на разных стадиях позволяет сократить время и затраты на реализацию строительных проектов, улучшить качество

проектирования и управления, а также повысить эффективность эксплуатации готовых объектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 8 цифровых технологий в строительстве, которые станут актуальными в ближайшие 3 года [Электронный ресурс].- Режим доступа URL: <https://digital-build.ru/8-cifrovyyh-tehnologiy-v-stroitelstve-kotorye-stanut-aktualnymi-v-blizhajshie-tri-goda/> (Дата обращения: 5.11.2023)

2. Байбурин А.Х., Кочарин Н.В. Применение цифровых технологий в строительстве Учебное пособие. Челябинск: Библиотека А. Миллера, 2020. 167 с.

3. Захаров В.В. Автоматизация управления жизненным циклом строительных объектов на основе информационного моделирования. - М.: Издательство МАКС Пресс, 2017. 208 с

4. Сулейманова Л.А., Сапожников П.В., Кривчиков А.Н. Цифровизация строительной отрасли как IT-структурирование пирамиды управления процессами // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2022. № 4. С. 12-24.

5. Цифровые технологии в строительстве [Электронный ресурс] Режим доступа URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-v-stroitelstve> (Дата обращения 5.11.2023)

Лунин П. И., магистрант

**Научный руководитель: д-р техн. наук, проф.
Абсиметов В. Э.**

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В СИЛЬНОАГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ. ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Проектирование строительных металлических конструкций играет центральную роль в современном строительстве. Благодаря своей прочности, надежности и универсальности, металлические конструкции нашли широкое применение в различных отраслях, таких как промышленное строительство, мостостроение, жилищное и коммерческое строительство. Их внушительная стойкость к нагрузкам, возможность создания сложных геометрических форм позволяют

реализовать самые амбициозные и инновационные архитектурные задумки.

В России проектирование промышленных зданий из металлоконструкций имеет множество преимуществ, что делает их популярными в строительной отрасли. Металлоконструкции отличаются высокой прочностью и надежностью, что позволяет строить здания способными выдерживать значительные нагрузки, включая наличие разнообразного оборудования и механизмов. Они являются идеальным решением для промышленных предприятий, ангаров, складов и других сооружений, где требуется большие пространства для маневров и, в целом, пространственная свобода.

Грамотное проектирование металлоконструкций имеет огромное значение в строительстве по нескольким причинам.

Во-первых, оно гарантирует техническую безопасность и надежность сооружения. При строительстве здания из металлоконструкций, конструктивные элементы должны быть спроектированы таким образом, чтобы выдерживать все предусмотренные нагрузки: собственный вес, нагрузки от ветра, снега, а также динамические нагрузки и другие факторы, которым они будут подвергаться в процессе эксплуатации. Недостаточно прочные конструкции могут спровоцировать обрушения и повлечь серьезные последствия, как для людей, так и для имущества.

Во-вторых, это позволяет эффективно использовать материалы. Металлоконструкции требуют определенного количества металла для своего изготовления. Следовательно, их правильное проектирование помогает минимизировать расходы на материалы, экономя ресурсы и сокращая затраты на строительство.

В-третьих, таким образом обеспечивается оптимальная функциональность и эффективность использования сооружения. При создании металлоконструкций необходимо учесть специфические требования и цели проектируемого здания, чтобы обеспечить эффективную организацию пространства и максимальное использование его возможностей. Хорошо спроектированные металлические конструкции также могут облегчить последующую модернизацию и изменение функциональности здания.

Однако при прочих положительных качествах, для металлоконструкций остаётся неразрешенная на сегодняшний день в полной мере проблема – коррозия. Являясь одним из основных недостатков металлоконструкций, она оказывает существенное влияние на их долговечность.

Коррозия приводит к утрате механической прочности. Коррозионные поражения могут ослабить конструкцию, делая ее более

уязвимой для нагрузок и внешних воздействий. Это может привести к раннему выходу из строя и сократить срок эксплуатации.

Кроме того, коррозия может вызывать проблемы соединений металлических элементов. Пораженные сильной коррозией узлы и соединения теряют способность объединять элементы конструкции между собой, что приводит к потенциальным локальным разрушениям.

Соблюдение требований по проектированию и защите металлоконструкций от коррозии регламентируют нормативные технические документы. В России обязательным нормативным документами для проектирования металлических конструкций является СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» [1], СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» [2]. Европейский Союз утвердил для всех стран-участниц единые правила проектирования, все они были заключены в так называемые «Еврокоды» [3]. И, в целом, все достаточно развитые страны используют свои нормы и правила проектирования металлоконструкций, в которых так или иначе отражены способы борьбы и предупреждения коррозии.

Однако, как было сказано выше, проблема коррозии металлоконструкций остается до конца неразрешенной и сегодня, что может свидетельствовать о том, что существующие нормы проектирования не способны в полной мере обеспечить защиту от коррозии и учесть её влияние на долговечность эксплуатации строительной конструкции.

В настоящее время проводятся различные исследования, посвященные коррозии металлических конструкций, особенно конструкционных сталей.

Одним из примеров является исследование, проведенное Международной национальной ассоциацией инженеров по коррозии (NACE). У них есть программа исследований коррозии, которая охватывает широкий круг тем, включая коррозию конструкционных сталей [4].

Актуальность проблемы подтверждают и в журнале "Materials and Corrosion". Все статьи этого журнала объединяет одно – основная нить повествования пронизывает обсуждения текущего состояния и исследования в области коррозии металлических конструкций в различных условиях эксплуатации [5].

Кроме того, университеты и исследовательские институты по всему миру активно исследуют проблемы, связанные с коррозией конструкционных сталей.

Существует ряд факторов, которые так или иначе влияют на коррозионную стойкость металлических конструкций.

Интенсивность и характер коррозионного разрушения строительных металлоконструкций зависят от конструктивной формы отдельных элементов и самой конструкции в целом. Исследования, проведенные на кафедре металлических конструкций МИСИ им. В.В. Куйбышева под руководством Стрелецкого Н.С., а затем Белени Н.И., Кикина А.И., Вольберга Ю.Л., позволили установить количественные показатели и закономерности влияния конструктивных форм на износ конструкций. Различные формы и типы сечений могут привести к различному уровню коррозии строительных конструкций. Таким образом, выбирая определенную форму сечения для элемента, можно значительно влиять на его долговечность и, соответственно, на прогнозируемый срок службы здания или сооружения [6].

Уровень напряженного состояния металла оказывает существенное влияние на скорость коррозионного разрушения. Исследования в этом направлении были проведены Овчинниковым И. И. в его статье «Влияние программы нагружения на коррозионно-механическое поведение круглых пластинок». Экспериментальным методом было доказано и наглядно продемонстрировано, что скорость коррозии увеличивается вдвое на нагруженной пластинке [7].

Состав строительной стали влияет на сопротивляемость металлоконструкций к коррозионному разрушению. Кикин А. И., Васильев А. А., Кошутин Б. Н., Уваров Б. Ю., Вольберг Ю. Л. провели исследование, результаты которого свели в работе «Повышение долговечности строительных конструкций промышленных зданий». На примере исследований пластинок стали разных марок при эксплуатации их в электролитном цехе с экспозицией в три года была выявлена закономерность: напряжения, которые способна воспринимать сталь уменьшились с момента начала исследований на 10% у стали Ст3 и на 5% у стали повышенной и высокой прочности [8].

Кроме прочих, описанных выше, свое влияние на скорость и интенсивность коррозионного износа строительных металлоконструкций оказывают еще множество факторов, достаточно неизученных для того, чтобы можно было сделать однозначные выводы об их значимости.

Частичным решением проблемы коррозии металлоконструкций и вытекающих из неё последствий может быть ужесточение требований к их проектированию внесением новых пунктов в современные нормы. С коррозией возможно бороться на стадии проектирования, монтажа и эксплуатации.

Как пример можно разобрать такие меры, которые уместно будет применить при проектировании строительных металлических конструкций в сильноагрессивной среде в сравнении с такими же

конструкциями, но эксплуатация которых планируется в неагрессивной среде.

Первым пунктом, где подход следует ужесточить, будет выбор марки стали. Для неагрессивной среды можно выбирать любую, но если агрессивность среды будет выше, то следует выбирать такую марку, сталь которой лучше сопротивляется воздействию агрессивной среды сама по себе без дополнительных мер защиты.

Вторым пунктом станет концентрация материала [8]. Так как скорость коррозии зависит от площади поверхности, с которой контактирует среда, снизить её возможно, увеличив отношение площади сечения к периметру поверхности элемента по поперечному сечению. Для двутавра 2 (рис. 1), толщина полок и стенок которого вдвое больше, чем у двутавра 1, периметр поверхности по поперечному сечению $P_2 \approx P_1$, но площадь поперечного сечения $A_2 \approx 2A_1$.

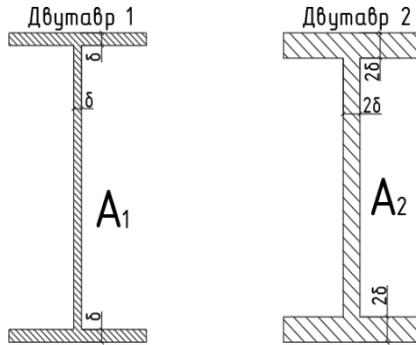


Рис. 1. Двутавры

Из-за чего общее соотношение площади двутавра 2 к идентичному для двутавра 1 различается почти вдвое:

$$\frac{A_2/P_2}{A_1/P_1} \approx \frac{2A_1/P_1}{A_1/P_1} \approx 2$$

В качестве меры, принятой для норм проектирования может быть принято такое допустимое значение $F_{\text{доп}}$, которое будет не меньше отношения площади A к периметру P поперечного сечения:

$$F_{\text{доп}} \geq \frac{A}{P}$$

Третьим пунктом, в котором будет возможно учесть коррозию, будет выбор напряженного состояния элементов конструкции, при котором эта конструкция будет эксплуатироваться. Так, например, из-за повышенной скорости коррозии в напряжённом металле, для агрессивной

среды следует ограничить возможность проектирования только в упругой стадии 0-A (рис. 2).

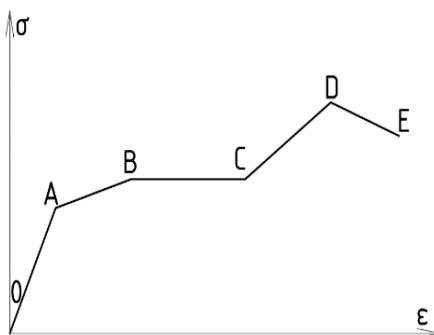


Рис. 2. Стадии на диаграмме «напряжение-деформация»

Четвертым пунктом будет учет ориентации элементов и конструкции в целом в пространстве. Зная, какие из элементов будут уязвимы перед коррозией более всего, следует локально их усиливать одним из предложенных выше пунктов.

Пятым пунктом следует учесть узлы соединения основных несущих элементов. Такие узлы необходимо проектировать без труднодоступных мест таким образом, чтобы на стадии монтажа и эксплуатации их было возможно окрасить защитными покрытиями без значительных сложностей.

На стадии монтажа для дальнейшей безопасной и безаварийной эксплуатации необходим должный контроль соблюдения существующих правил, стандартов и норм [9]. В качестве дополнения к нормам, во избежание некачественных сварных соединений и нанесенных лакокрасочных покрытий, до работы на объекте, эксплуатация которого планируется в сильноагрессивной среде, следует допускать только сварщиков и маляров, которые получают соответствующие удостоверения, разрешающие им выполнять работы на таких объектах.

Для каждого из объектов, которые будут эксплуатироваться в сильноагрессивных средах, на стадию эксплуатации следует составлять сопроводительную документацию по эксплуатации. В такой документации необходимо будет отразить периоды плановых осмотров, даты капремонтов, методы по уходу за конструкциями в межкапремонтный период, необходимые создаваемые меры по снижению агрессивности среды и ещё многое другое, что будет иметь непосредственную значимость для безопасности эксплуатации таких объектов.

Безусловно, ужесточение норм по проектированию создаст новые значительные трудности у проектировщиков. Но на помощь им создаются САПР (системы автоматизированного проектирования) противокоррозионной защиты. Одна из таких была разработана и протестирована доцентом, кандидатом технических наук, Гатауллиным И. Н. Возможности такой системы способствуют получению экономических способов защиты, сокращению сроков на их разработку и повышению качества проектных работ [10].

Если обобщить всё вышеописанное, то следует один простой вывод: созданные десятки лет назад отечественные нормы проектирования (хоть те и были актуализированы), требуют обновления и добавления новых данных, в которых проектировщик сможет в полной мере оценить и учесть влияние коррозии на перспективу.

Вопрос противодействия коррозии может быть частично или полностью решен новыми исследованиями, результаты которых будут закреплены в нормативных документах. Но уже те результаты исследований, что получены сейчас и влияние которых достаточно изучено, достойны отражения в нормативной литературе в качестве рекомендательных (а лучше обязательных) мер по предотвращению коррозии и увеличению срока службы металлоконструкций.

Комплекс сдерживающих мер, в совокупности, может привести к значительному сокращению трат на замену элементов конструкций, пострадавших от коррозионного разрушения (ведь такие вещи будет возможно спрогнозировать и предостеречь заранее), повысить безопасность и долговечность эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 16.13330.2017 «СНиП II-23-81* Стальные конструкции» (Приказ Минстроя России от 27 февраля 2017 г. № 126/пр).
2. Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85. СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии».
3. Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings.
4. 2021 IMPACT Canada Study // AMPP URL: <https://www.ampp.org/technical-research/what-is-corrosion/corrosion-reference-library/impact-canada> (дата обращения: 01.10.2023).
5. Materials and corrosion // Wiley. Online Library URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/mac0.202370093> (дата обращения: 01.10.2023).
6. Влияние конструктивной формы на скорость распространения коррозии // Cyberleninka URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie->

konstruktivnoy-formy-na-skorost-rasprostraneniya-korrozii (дата обращения: 01.10.2023).

7. Влияние программы нагружения на коррозионно-механическое поведение круглых пластинок // Cyberleninka URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-programmy-nagruzheniya-na-korrozionno-mehanicheskoe-povedenie-kruglyh-plastinok> (дата обращения: 01.10.2023).

8. А. И. Кикин, А. А. Васильев, Б. Н. Кошутин, Б. Ю. Уваров, Ю. Л. Вольберг. Повышение долговечности металлических конструкций промышленных зданий. - 2-е изд. - Москва: Стройиздат, 1984. - 303 с.

9. В. Э. Абсиметов Дефекты монтажа, методы устранения, надежность и долговечность строительных конструкций. - Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2021. - 224 с.

10. Гатауллин И.Н. система автоматизированного проектирования противокоррозионной защиты металлических конструкций // Наука и безопасность. - март 2015. - №14.

11. Каддуми А., Есипов С.М. Металлоконструкции: особенности, достоинства и недостатки использования в строительстве // Наука и инновации в строительстве. Сборник докладов V Международной научно-практической конференции. В 2-х томах. - Белгород: 2021. - С. 49-52.

Обайди А.А.Х., ассистент

**Научный руководитель: д-р техн. наук, проф.
Сулейманова Л.А.**

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

В современном мире применение новейших технологий становится неотъемлемой частью управления жизненным циклом объектов строительства [1, 2]. Одной из наиболее перспективных и эффективных техник является использование нейронных сетей. В данной статье исследуется применение нейронных сетей в контексте оптимизации и управления процессами, связанными с жизненным циклом объектов строительства. Анализируются возможности и перспективы применения этой инновационной технологии для оптимизации процессов проектирования, строительства, эксплуатации и управления объектами

инфраструктуры, а также выявляются преимущества и вызовы, стоящие перед этим подходом [3].

Искусственная нейронная сеть (ИНС) – математическая модель, а также ее программная или аппаратная реализация, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма [4].

В настоящее время нейронные сети используются для решения следующих сложных задач: распознавание образов, распознавание речи, сложные прогнозы.

Нейросетевые технологии представляют собой мощный инструмент в решении задач, связанных с энергоэффективностью и энергопотреблением в зданиях. В частности, ИНС находят широкое применение в прогнозировании нагрузок на системы отопления и охлаждения, анализе потребления электроэнергии и оценке энергопотребления зданий.

Одним из важных направлений использования нейронных сетей является изучение теплоизоляционных свойств материалов, а также анализ теплопередачи через стены зданий. Это позволяет эффективно оптимизировать процессы утепления зданий и повышать энергоэффективность строительных материалов [5, 6].

В сфере отопления, вентиляции и кондиционирования нейронные сети играют важную роль. Они применяются для анализа и оптимизации систем управления HVAC (отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха), что способствует более эффективному использованию энергоресурсов и снижению нагрузки на системы. Кроме того, нейронные сети позволяют быстро прогнозировать неоднородную концентрацию загрязняющих веществ в помещении, что имеет важное значение для обеспечения здоровья и комфорта людей, находящихся внутри здания [7].

Использование нейронных сетей в контексте строительных материалов представляет собой значимый шаг в прогнозировании и изучении их характеристик. Нейронные сети демонстрируют высокую эффективность в анализе влияния различных компонентов на свойства строительных материалов. Например, они применяются для изучения влияния микрокремнезема и минералов иносилката кальция на прочность строительных растворов на сжатие. Это позволяет не только предсказывать результаты, но и оптимизировать композицию материалов для повышения их характеристик.

Кроме того, ИНС эффективно используются для оценки объемного содержания воды в пористых строительных материалах в различных условиях впитывания воды. Это позволяет более точно управлять процессами сушки и прогнозировать поведение материалов в различных климатических условиях.

Применение нейронных сетей также охватывает область прогнозирования работоспособности специфических строительных материалов, таких как легкий бетон с гранулированным стеклом и зольным заполнителем. Это помогает оптимизировать состав материала для достижения оптимальных свойств и улучшения его характеристик [8].

Дополнительно, ИНС применяются для проектирования состава утрамбованной земли, стабилизированной цементом, и изучения адиабатического повышения температуры, отражающего степень гидратации бетона. Это позволяет более точно контролировать процессы, связанные с созданием стабильных и прочных строительных материалов.

Помимо этого, ИНС находят применение в области обеспечения строительной безопасности. Они используются для оценки безопасности мегапроектов, моделирования задач эвакуации, прогнозирования безопасности строительных конструкций и профилактики различных травм на строительных площадках. Это позволяет более эффективно планировать и предотвращать потенциальные опасности на строительных объектах, обеспечивая безопасность как для работников, так и для окружающей среды [9].

Использование искусственных нейронных сетей (ИНС) в изучении колебаний грунтов и землетрясений открывает новые перспективы в области управления жизненным циклом объектов строительства.

Нейронные сети находят применение в прогнозировании движений грунта, вызванных строительством туннелей. Они позволяют оценивать эффективность методов снижения вибрации грунта и прогнозировать осадки вдоль железных дорог, обусловленные земляными работами. Это важно для оценки воздействия строительства на окружающую среду и снижения негативных последствий для инфраструктуры [10].

Одной из ключевых задач управления жизненным циклом строительных объектов является прогнозирование поведения модели инвестиционного проекта на всех этапах его жизненного цикла. ИНС эффективно применяются для прогнозирования эффективности строительных проектов на различных стадиях их реализации. Они способны оценивать стоимость строительства, прогнозировать необходимое количество материалов для строительства и определять темпы производства. Это позволяет управлять проектами более эффективно, снижая риски финансовых потерь и оптимизируя использование ресурсов на различных этапах строительства.

Таким образом, применение нейронных сетей в анализе колебаний грунтов и землетрясений, а также в управлении жизненным циклом строительных проектов, является важным направлением для современной строительной индустрии. Оно не только способствует

повышению безопасности и эффективности строительства, но и обеспечивает более точное и устойчивое развитие инфраструктуры [10].

Нейронные сети становятся важным инструментом в системах умного дома, обеспечивая безопасность, управление оборудованием и множество других функций. Они используются для систем безопасности, регулирования отопления, водоснабжения, вентиляции, освещения, а также для создания систем напоминания, мониторинга и оценки объектов. Кроме того, нейронные сети применяются в городском планировании, анализе аэрофотоснимков для управления городским хозяйством и строительством, а также в системах управления отходами [11].

Создание информационных моделей включает все этапы от концепции проекта до эксплуатации и демонтажа здания. Нейронные сети активно используются в задачах, связанных с BIM (Building Information Modeling), например, для создания пространственной модели участка и здания, моделирования multiLOD на ранних этапах проектирования, анализа затрат на макроуровне BIM, исследования индивидуального теплового комфорта и других аспектов [11, 12].

Широкое применение ИНС обнаруживается в структурном анализе. Они используются для оценки прочности бетона и работоспособности бетонных конструкций, железобетонных элементов, оценки поврежденности стальных конструкций, анализа различных нагрузок и других аспектов, связанных с конструкционной инженерией.

Помимо упомянутых областей, нейронные сети также применяются в задачах гидравлики, робототехники, управления строительными машинами и обнаружения дефектов, таких как трещины и другие дефекты в материалах и конструкциях.

Использование ИНС в таких разнообразных областях строительства и инженерии свидетельствует о их важной роли в оптимизации процессов, повышении безопасности и эффективности строительства, а также в разработке инновационных решений для улучшения качества и долговечности инфраструктуры [11].

Возможности нейронных сетей тесно связаны с обучением и способностью решать разнообразные задачи, включая принятие решений, распознавание образов, оптимизацию, прогнозирование и анализ данных. В контексте строительства эти задачи остаются важными и находят широкое применение.

Например, классические методы статистического прогнозирования, распознавания и классификации являются конкурентами для ИНС в строительной сфере. Однако гибкость и адаптивность нейронных технологий позволяют получить более точные и эффективные результаты. Там, где уже используются другие методы для решения задач, применение нейронных сетей может значительно улучшить

результаты, не требуя значительных изменений в постановке задачи или переформулирования ее сущности.

Это особенно важно при управлении жизненным циклом строительных объектов, где точные прогнозы, оптимизация процессов и анализ данных играют важную роль. Нейронные сети способны значительно повысить эффективность управления ресурсами, оптимизировать производственные процессы, и повысить общую производительность и долговечность объектов строительства. Благодаря своей гибкости и способности к адаптации, они представляют собой мощный инструмент, дополняющий и улучшающий уже существующие методы решения задач в сфере строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулейманова Л.А., Рябчевский И.С. Системы облачного хранения данных для управления жизненным циклом объектов строительства // В сборнике: Наука и инновации в строительстве. Сборник докладов VII Международной научно-практической конференции, посвященной 170-летию В.Г. Шухова. Белгород, 2023. С. 240-245.

2. Doroshenko A. Applying Artificial Neural Networks in Construction // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 143. P.01029.

3. Liu Sh., Chang R., Zuo J., Webber R., Xiong F., Dong N. Application of Artificial Neural Networks in Construction Management: Current Status and Future Directions // Applied Sciences. 2021. Vol. 11. P. 9616.

4. Ermakov A. A. The use of artificial neural networks in automation and control progresses // Languages in professional communication: Сборник материалов международной научно-практической конференции преподавателей, аспирантов и студентов, Екатеринбург, 28 мая 2020 года / ответственный редактор Л. И. Корнеева. – Екатеринбург: ООО «Издательский Дом «Ажур», 2020. P. 518-522.

5. Orosa J., Vergara D., Costa Á., Bouzón R. A Novel Method Based on Neural Networks for Designing Internal Coverings in Buildings: Energy Saving and Thermal Comfort // Applied Sciences. 2019. Vol. 9. P. 2140.

6. Baranski M., Meyer L., Fütterer J., Mueller D. Comparative study of neighbor communication approaches for distributed model predictive control in building energy systems // Energy. 2019. Vol. 182. P. 840-851.

7. Das S., Swetapadma A., Panigrahi C. A study on the application of artificial intelligence techniques for predicting the heating and cooling loads of buildings // Journal of Green Building. 2019. Vol. 14. Pp. 115-128.

8. Kurpinska M., Kułak L. Predicting Performance of Lightweight Concrete with Granulated Expanded Glass and Ash Aggregate by Means of Using Artificial Neural Networks // Materials. 2019. Vol. 12. P. 2002.

9. Ayhan, Bilal Umut & Tokdemir, Onur. Safety assessment in megaprojects using artificial intelligence // Safety Science. 2019. P. 118.

10. Jayawardana P., Thambiratnam D., Perera N., Chan T. Dual in-filled trenches for vibration mitigation and their predictions using artificial neural network. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*. 2019. Vol. 122. Pp. 107-115.

11. Ma J., Liu J. A Building Information Model (BIM) and Artificial Neural Network (ANN) Based System for Personal Thermal Comfort Evaluation and Energy Efficient Design of Interior Space // *Sustainability*. 2019. Vol. 11. P. 4972.

12. Рябчевский, И. С. Применение технологии BIM на всех этапах жизненного цикла строительных объектов / И. С. Рябчевский, И. С. Сулейманов, И. А. Чесноков // *Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова: Сборник докладов, Белгород, 16–17 мая 2023 года. Том Часть 6. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – С. 271-277.*

**Сапегина А. М., магистрант,
Сбитнева Д. А., магистрант,
Чмилюк А. Е., магистрант**

**Научный руководитель: ассистент
Сиденко И. В.**

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПОНЯТИЕ, ПРИЗНАКИ И КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НЕЗАВЕРШЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

По этапу готовности к эксплуатации объекты строительства подразделяют на следующие группы (рис. 1).



Рис. 1. Классификация объектов строительства по этапу готовности

Рассмотрим незавершенное строительство, классификация которого представлена на рис. 2.

классификация незавершенного строительства

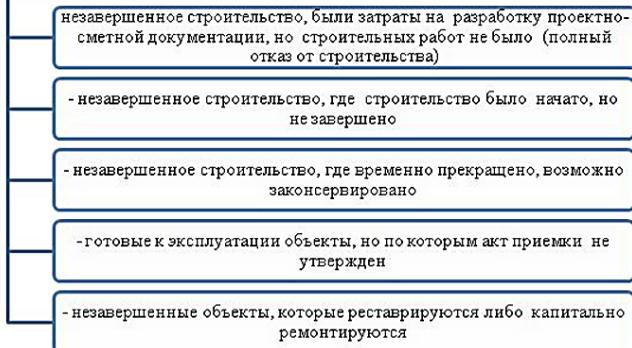


Рис. 2. Классификация объектов незавершенного строительства

Существует ряд причин возникновения незавершенного строительства. В табл. 1 представлены основные из них.

Таблица 1

Причины возникновения объектов незавершенного строительства

Субъект незавершенного строительства	Физический показатель
Инвестор	Сворачивание инвестиционного проекта, потеря коммерческого интереса к продолжению строительства.
Бюджет	Замораживание (пересмотр) целевых программ, в рамках которых осуществлялось строительство.
Проектировщик	Выявление проектных ошибок после начала строительства и невозможность продолжения процесса до исправления проектной документации.
Заказчик	Отсутствие денежных средств на продолжение строительства, банкротство, а также искусственное затягивание ввода объекта в эксплуатацию.
Органы государственного надзора	Приостановка процесса строительства вследствие несоблюдения технических (санитарных и прочих) норм.
Авторский надзор	Приостановка строительства вследствие отклонения от проектной документации.
Технический заказчик	Остановка строительства вследствие нарушения технологии строительного производства, исправления допущенного брака.
Подрядчик	Прекращение работ подрядчиком и покидания строительной площадки в силу невозможности продолжения работ (банкротство подрядчика, потеря допуска СРО на право производства работ и прочие причины).

Объекты незавершенного строительства (ОНС) имеют неясное юридическое определение [1]. В сфере права существуют понятия объектов незавершенного строительства, которые можно обобщить и дать следующее определение: объектом незавершенного строительства является недвижимое имущество, которое обладает свойством неразрывной связи с землей, не обладает свойствами строительной готовности, позволяющими ввести его в эксплуатацию, а также зарегистрированные как объект незавершенного строительства в Едином государственном реестре прав на недвижимое имущество. Похожие определения приводят в своих работах А. Н. Лужина [2], С. С. Кислов [3].

Данное определение выражает саму суть объектов незавершенного строительства и их признаки, а именно ОНС:

- недвижимое имущество;
- неразрывно связан с землей;
- не обладает свойствами строительной готовности;
- зарегистрирован как ОНС в Едином реестре прав на недвижимость.

При этом имеются и другие точки зрения о признаках объекта незавершенного строительства. Например, Э. Ц. Батуева и Т. Ф. Даржаева сравнивают понятия «капитальное строительство» и «незавершенное строительство». Они утверждают, что «на сегодня согласно п. 10 ст. 1 Градостроительного кодекса Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. N 190-ФЗ наряду со зданиями, строениями, сооружениями к объектам капитального строительства отнесены объекты, строительство которых не завершено (объекты незавершенного строительства), за исключением временных построек. При этом суть о таком качестве объектов, как капитальность, которое может служить отдельным признаком объекта незавершенного строительства и указывать на его свойства как физическую соединенность и связь с определенным земельным участком. В таком случае можно было бы исключить признание в качестве ОНС начального цикла строительства – возведенного фундамента, вбитых свай, котлована и т. д». [4].

Также З. К. Кондратенко считает, что «законодательство о градостроительной деятельности относит объекты незавершенного строительства, не относящиеся к временным постройкам, к объектам капитального строительства. Вместе с тем, по градостроительному законодательству объектами незавершенного строительства являются объекты, строительство которых не завершено. Более того, согласно п. 13 ст. 1 Градостроительного кодекса РФ, строительством является

создание зданий, строений, сооружений (в том числе на месте сносимых объектов капитального строительства). В результате, в соответствии с законодательством объектами незавершенного строительства являются объекты капитального строительства, которые представляют собой результат незаконченного строительного процесса. Объект в процессе стройки может быть признан недвижимостью, при условии, что фундамент сделан в полном объеме» [5].

Таким образом, обобщив и объединив вышесказанное, можно сделать вывод, что ОНС:

- объект капитального строительства (за исключением временных построек);
- имеет фундамент в полном объеме;
- не обладает свойствами строительной готовности;
- зарегистрирован как ОНС в Едином реестре прав на недвижимость.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абакумов Р.Г. Сущностные аспекты цикла воспроизводства основных средств организации // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2014. - № 4. - С. 116-117.

2. Лузина, А.Н. Недвижимое имущество: понятие и отдельные виды: учебное пособие. – М.: РГУП, 2017. – 150 с.

3. Кислов, С. С. [Комментарий к Постановлению АС УО от 09.10.2019 по делу № А34–13859 / 2018] // Строительство: акты и комментарии для бухгалтера. – 2019. – № 11. – с. 58-62.

4. Батуева Э.Ц., Даржаева Т.Ф. Исторический процесс становления объектов незавершенного строительства в качестве объектов недвижимого имущества / Э.Ц. Батуева, Т.Ф. Даржаева // Государственная власть и местное самоуправление. – 2018. – № 11. – С. 57–61.

5. Кондратенко З.К. Проблемы судебной практики, связанные с рассмотрением споров, возникающих по договорам аренды объектов незавершенного строительства / З.К. Кондратенко // Юрист. – 2018. – № 3. – С. 30–34.

**Тарасов М.В., магистрант,
Глабец П.А., магистрант**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.
Есипов С.М.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Строительство является одной из важнейших отраслей в мировой экономике. Для того, чтобы качественно реализовать строительную продукцию требуется тщательное планирование, организация и контроль.

Организационно-технологические решения в строительстве играют решающую роль в оптимизации процессов и достижении целей проекта. Они включают в себя планирование последовательности работ, распределение ресурсов, управление сроками и оценку затрат [1].

Планирование последовательности работ включает в себя определение порядка выполнения различных строительных операций и задач. Важно отметить, что неправильное планирование последовательности работ может привести к значительным задержкам в проекте и перерасходу ресурсов [2]. Основные шаги в планировании последовательности работ включают в себя:

а) Анализ проектных документов: необходимо внимательно изучить проектные документы, включая чертежи, спецификации и технические требования. Это поможет понять особенности проекта и выявить зависимости между различными работами.

б) Определение критических путей: Критический путь - это последовательность работ, которая определяет минимальное время выполнения проекта. Идентификация критического пути позволяет выделить ключевые задачи, которые требуют особого внимания и контроля.

в) Учет ресурсов: В процессе планирования следует учитывать доступность необходимых ресурсов, таких как материалы, оборудование и рабочая сила. Недостаток ресурсов может вызвать задержки в выполнении работ.

г) Оптимизация последовательности: На основе анализа зависимостей и ресурсов, необходимо оптимизировать

последовательность работ. Это может включать в себя перераспределение задач, чтобы минимизировать ожидание ресурсов и сократить время выполнения проекта.

С помощью современных программных комплексов строительные компании могут создавать более точные и надежные планы строительства, учитывая сложные зависимости между различными этапами проекта [3].

Распределение ресурсов - это процесс, который включает в себя выделение и управление ресурсами, необходимыми для выполнения строительных работ. Правильное распределение ресурсов позволяет оптимизировать использование доступных средств и обеспечить бесперебойное выполнение задач [4]. Основные аспекты в распределении ресурсов в строительстве:

а) Определение бюджета проекта и распределение средств между различными видами работ и расходами. Бюджет должен учитывать как затраты на материалы и трудовые ресурсы, так и непредвиденные расходы.

б) Организация заказа, доставки и хранения материалов на стройплощадке. Эффективное управление материалами помогает избежать задержек из-за нехватки материалов.

в) Распределение рабочей силы - это включает в себя определение потребностей в рабочей силе, найм, обучение и управление работниками.

г) Выбор, аренда и управление необходимым строительным оборудованием. Регулярное обслуживание и проверка оборудования также важны для обеспечения бесперебойной работы.

д) Постоянный мониторинг расходов и сравнение их с бюджетом проекта. В случае необходимости корректировка бюджета и распределения ресурсов.

Современные программные комплексы помогают строительным компаниям более эффективно распределять и управлять ресурсами, что позволяет снизить издержки, оптимизировать использование рабочей силы и оборудования, а также повысить производительность [3].

Управление сроками - это процесс, направленный на обеспечение выполнения работ в установленные сроки. Эффективное управление сроками позволяет избежать задержек в проекте и улучшить его общую производительность [5]. Ключевые аспекты управления сроками в строительстве:

а) Разработка и поддержание графика выполнения проекта, который учитывает все задачи, зависимости и критические пути.

б) Постоянное отслеживание хода выполнения работ и сравнение фактических сроков с запланированными. Это позволяет выявлять задержки и предпринимать меры по их устранению.

в) Регулярное оценивание и управление изменениями в проекте, такими как изменения в требованиях или порядке выполнения работ. Это помогает избежать негативных воздействий на сроки.

г) Ресурсное управление помогает убедиться в наличии необходимых ресурсов в нужное время, чтобы избежать перерывов в работе.

д) Включение резерва времени в график, чтобы учесть возможные непредвиденные задержки и риски.

В современных программных комплексах можно более точно и эффективно управлять сроками выполнения работ в строительстве. Это позволяет уменьшить риски задержек, лучше контролировать ход проекта и своевременно реагировать на изменения в планах. Эффективное управление сроками также помогает минимизировать потери времени и ресурсов, что в конечном итоге способствует успешному завершению проектов в срок и в рамках бюджета [3].

Оценка затрат также является важным этапом организационно-технологических решений в строительстве. Эффективное управление бюджетом проекта помогает избежать финансовых проблем и перерасходов [4]. Оценка затрат включает в себя:

а) Сметное дело: Подготовка сметных расчетов на основе проектных документов и текущих рыночных цен на материалы и трудовые ресурсы.

б) Учет рисков и включение резервов в бюджет, чтобы учесть возможные изменения и неожиданные затраты.

в) Регулярное отслеживание фактических расходов и сравнение их с бюджетом проекта. В случае необходимости корректировка бюджета.

г) Управление подрядчиками - установление четких контрактов и соглашений с подрядчиками и поставщиками, чтобы избежать недоразумений и неоправданных расходов.

д) Ведение финансовой отчетности и отчетов о затратах, чтобы обеспечить прозрачность и контроль над финансами проекта.

С помощью современных программных комплексов строительные компании могут более точно и надежно оценивать затраты на проекты, что способствует лучшему контролю над бюджетом и снижению рисков

непредвиденных расходов. Более точная оценка затрат также помогает в принятии обоснованных решений по управлению бюджетом и финансовым планированием в строительстве.

Организационно-технологические решения, такие как планирование последовательности работ, распределение ресурсов, управление сроками и оценка затрат, играют важную роль в успешном выполнении строительных проектов. Эти аспекты требуют тщательного планирования, надежного управления и постоянного мониторинга для обеспечения эффективности и устойчивости строительной отрасли [1].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хадонов З.М. Организация, планирование и управление строительным производством: Учебник.– М.: Издательство АСВ, 2010, – 560 стр. ISBN 978-5-93093-773-2

2. Кочерженко, В. В. Организационно-технологические решения по безопасности строительства / В. В. Кочерженко, Л. А. Сулейманова, А. В. Кочерженко. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. – 158 с. – EDN GXIUUVJ.

3. Макрушин, Н. С. Тенденции совершенствования организационно-технологических решений в проектировании строительства зданий и сооружений / Н. С. Макрушин, А. Р. Рисунов, А. Д. Воробьева // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 4. – С. 519-520. – EDN FXZXZG. Оптимизация организационно-технологических решений при строительстве зданий и сооружений / С. М. Кузнецов, Н. А. Сироткин, К. С. Кузнецова, И. Л. Чулкова // Промышленное и гражданское строительство. – 2009. – № 9. – С. 57-60. – EDN KVOIBP.

5. Технология и организация строительства: Материалы I Всероссийской межвузовской научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 80-летию основания кафедры "Строительное производство", Санкт-Петербург, 14–15 мая 2020 года / Под общей редакцией А.Н. Гайдо. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. – 471 с. – ISBN 978-5-9227-1053-4. – EDN AFRPOY.

Научное издание

VIII Международный студенческий
строительный форум - 2023

Том 2

Сборник докладов

Ответственный за выпуск **Сулейманова** Людмила Александровна

Компьютерная верстка **Богачева** Марина Александровна

Подписано в печать 14.12.23. Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 18,1. Уч.- изд. л. 19,4.

Тираж 50 экз. Заказ № Цена

Отпечатано в Белгородском государственном технологическом университете
им. В.Г. Шухова

308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46

