СЕКЦИЯ 13

«ПЕРСПЕКТИВЫ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ КОНТРОЛЛЕРОВ ONI В УЧЕБНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ НА ПРИМЕРЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ Абузяров В.Н., Есипов Ю.В. 2480

ИНТЕГРАЦИЯ БИОПРИНЦИПОВ В АРХИТЕКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ Аверьянова Е.В. 2485

БЫСТРОВОЗВОДИМЫЕ ЗДАНИЯ В СОВРЕМЕННОМ ГОРОДЕ Адигамова З.С., канд. геогр. наук, доцент, Лихненко Е.В., канд. техн. наук, доцент 2489

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ МОДУЛЬНОГО ОСТЕКЛЕНИЯ: ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И ОСОБЕННОСТИ Адигамова З.С., канд. геогр. наук, доцент, Лихненко Е.В., канд. техн. наук, доцент..... 2496

ОСОБЕННОСТИ ЗАМЕНЫ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ ЦОКОЛЯ Аркаев М.А.,канд. техн. наук, доцент Украинченко Д.А., канд. техн. наук, доцент, Лисов С.В..... 2502

СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ПРИ ВЫБОРЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПЛОСКИХ КРОВЕЛЬ Бабенко В.Е., Гаврилов А.А., канд. техн. наук, доцент 2508

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА ЧЕРЕЗ СИСТЕМНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ РИСКАМИ И РЕСУРСАМИ Бероева Е.А., канд. пед. наук..... 2515

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ Блинкова Ю.В., канд. архитектуры, Гурьева В.А, д-р техн. наук, профессор, доцент, Пивкин И.А. 2520

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕТОНА В КОНСТРУКЦИЯХ СПОРТИВНО-ЗРЕЛИЩНОГО ЗДАНИЯ Блинкова Ю.В., канд. архитектуры, доцент, Гурьева В.А, д-р техн. наук, профессор, Блинков А. С..... 2527

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ Веккер А.И., Иванова А. П. д-р техн. наук, профессор 2534

НЕЙРОСЕТЕВОЙ АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА Гарипов В.С., канд. техн. наук, доцент, Зеленцов А.Д... 2540

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СМАРТ- ОКНА С УГЛОВЫМ СЕЛЕКТИВНЫМ СВЕТОПРОПУСКАНИЕМ Гирин В.А. 2547

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТОВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ Горбачев С. В. канд. техн. наук, доцент, Дергунов С. А. канд. техн. наук, доцент, Федосеенко Г. В., Спирина А. Ю., Громов И. И. 2551

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ Гунько Н.М., Делигирова В.В. канд. тех. наук, Иванова А. П. д-р техн. наук, профессор 2555

СОВРЕМЕННЫЕ ФАСАДНЫЕ СТЕНОВЫЕ ПАНЕЛИ Данилкина Н. А., Макаева А.А. канд. техн. наук, доцент, Юсупова А.М. 2559

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «ОРЕНБУРГСТРОЙИСПЫТАНИЯ»: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА Дергунов С. А. канд. техн. наук, доцент, Федосеенко Г. В., Спирина А. Ю., Сериков С. В., Горбачев С. В. канд. техн. наук, доцент, Сатюков А. Б. канд. техн. наук 2563

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВ Дергунов С. А. канд. техн. наук, доцент, Федосеенко Г. В., Спирина А. Ю., Сериков С. В., Горбачев С. В. канд. техн. наук, доцент, Сатюков А. Б. канд. техн. наук 2569

ПРОБЛЕМА КООПЕРАЦИИ ВУЗОВ С ПРЕДПРИЯТИЯМИ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ Дергунов С.А. канд. техн. наук, доцент, Ольховая Т.А., д-р пед. наук профессор, Федосеенко Г.В., Спирина А.Ю., Хвалев П.С. 2574

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ Зайцева К.Н. 2579

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОПОРНОГО УЗЛА СТАЛЬНОЙ КОЛОННЫ ДВУТАВРОВОГО СЕЧЕНИЯ Замотрина И.А. 2583

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ Заярин Д.С., Кузнецова Е.В., канд. техн. наук, доцент 2592

СОВРЕМЕННЫЕ ФАСАДНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДОМОВ КУЛЬТУРЫ Зиновичева С.С., Ильина А.А., канд. техн. наук 2596

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ И СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ Зуев С.М., Иванова А. П. д-р техн. наук, профессор 2602

ОБЗОР ВИДОВ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Изаак С.А., Курякова Т.А., канд. техн. наук, доцент 2606

РОЛЬ И МЕСТО ЭЛЕКТРОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА Изаак С.А., Курякова Т.А., канд. техн. наук, доцент 2610

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ Изаак С.А., Курякова Т.А., канд. техн. наук, доцент ... 2615

УЧЁТ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ И ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ: ПРОБЛЕМЫ И ВЫЗОВЫ Изаак С.А., Курякова Т.А., канд. техн. наук, доцент 2620

АРХИТЕКТУРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ПЕРВОЙ ЧЕТВЕРТИ XXI ВЕКА Иконописцева О.Г., канд. архитектуры, Токмаков А.А. 2624

ВЛИЯНИЕ АНКЕРНОГО ПОЛЯ НА ОБЩУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ГРУНТОВОГО МАССИВА ОТКОСА ПОВЫШЕННОЙ КРУТИЗНЫ Кириллова Е.С., Украинченко Д.А., канд. техн. наук, доцент 2629

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КРОВЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РЕМОНТЕ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ Комлев И.А., Гаврилов А.А., канд.техн.наук 2634

ВЛИЯНИЕ ВСПУЧЕННОГО ВЕРМИКУЛИТА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГИПСОВЫХ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ ДЕКОРАТИВНЫХ ИНТЕРЬЕРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ Кравцов А. И., канд. техн. наук, доцент 2640

ОСОБЕННОСТИ ОБСЛЕДОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ПОСТРАДАВШИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЖАРА Лисов С.В., Аркаев М.А., канд. техн. наук, доцент 2644

РОЛЬ СТАТИСТИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ Маторнова О.Н. 2650

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ Медведева П.Г., Ширяева П.А., Васильева М.А., канд. техн. наук, доцент 2653

МОДЕРНИЗАЦИЯ И УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ Надькин А.А., Украинченко Д.А. канд. тех. наук, доцент 2659

КРУПНОРАЗМЕРНАЯ СОВМЕЩЕННАЯ ПЛИТА НА ДЕРЕВЯННОМ КАРКАСЕ С КЛЕЕФАНЕРНЫМИ РЕБРАМИ Нестеренко М.А., Жаданов В.И., д-р техн. наук, профессор 2665

СОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕРЕВЯННЫХ КАРКАСОВ ЗДАНИЙ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ ЭТАЖНОСТИ Нечаев А.А., Руднев И.В., канд. техн. наук. 2671

АНАЛИЗ СВЯЗЕВОЙ СИСТЕМЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО КАРКАСА ОДНОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ С ОГРАЖДАЮЩИМИ КОНСТРУКЦИЯМИ ИЗ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПАНЕЛЕЙ Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент, Суханова П.И. 2676

ОЦЕНКА ДЕФОРМАТИВНОСТИ СТАЛЬНОГО КАРКАСА ДВУХПРОЛЕТНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент, Орлова А.А. 2681

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОПУЛЯРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ ПРИ УСТРОЙСТВЕ В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ Оверин Н.Е., Кузнецова Е.В., канд. техн. наук 2687

ОПЫТНЫЙ ОБРАЗЕЦ СМАРТ-ОКНА, ОСНАЩЁННОГО РЕШЕТЧАТЫМ ОПТИЧЕСКИМ ФИЛЬТРОМ Оденбах И.А., канд. пед. наук, доцент 2697

ГИБРИДНЫЕ ЭНЕРГОКОМПЛЕКСЫ - ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ Попов А.В., Иванова А. П. д-р техн. наук, профессор 2704

ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ПАНЕЛЬНЫХ ЖИЛЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ Попова А.В., Гарипов В.С., канд. техн. наук, доцент 2710

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОСТРАНСТВА ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ Рахимова О.Н., канд. пед. наук 2718

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ Рысаева Д.Р., Украинченко Д.А., канд. техн. наук 2721

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕРЕВЯННОГО КАРКАСА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ Рябчиков А.А., Руднев И.В., канд. техн. наук, доцент, Нечаев А.А. 2730

ОБЗОР МЕТОДОВ УСИЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ВЛИЯНИЯ НЕРАВНОМЕРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ОСНОВАНИЙ Самохвалова А.А., Украинченко Д.А., канд. техн. наук 2736

ОБЗОР МЕТОДОВ УСИЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ И ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ВЛИЯНИЯ НЕРАВНОМЕРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ОСНОВАНИЙ Самохвалова А.А., Украинченко Д.А., канд. техн. наук 2742

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ОШТУКАТУРИВАНИЯ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ВЫРАВНИВАЮЩИХ ПОКРЫТИЙ В ПОМЕЩЕНИЯХ СОЦИАЛЬНО-АДМИНИСТРАТИВНЫХ ЗДАНИЙ Сапрыкин А.А., Сапрыкина Т.К., канд. техн. наук 2746

АРХИТЕКТУРА И ИСТОРИЯ ОРСКОГО ПОКРОВСКОГО ЖЕНСКОГО МОНАСТЫРЯ Саттаров Д.Н., Грекова А.И. 2751

О НАЧЕРТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ, КАК СРЕДСТВЕ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЬЕКТОВ Семагина Ю.В.[1], канд. техн. наук, доцент, Ванчинова М.А.[2], канд. пед. наук, доцент 2754

СРАВНЕНИЕ МОНОЛИТНЫХ И СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ Сидиков Р.Б., Зайцева К.Н. 2759

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ В УСЛОВИЯХ ЧЕРЕЗВЫЧАЙЫХ СИТУАЦИЙ Спирина А. Ю., Дергунов С. А. канд. техн. наук, доцент, Федосеенко Г. В., Барков И. А. 2767

ВЫБОР НАПОЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ СКЛАДА: КРИТЕРИИ, МАТЕРИАЛЫ, РЕШЕНИЯ Тевс Е.А., Ильина А.А., канд. техн. наук 2771

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ИНТЕГРАЦИИ BIM-МОДЕЛИ ЗДАНИЯ С РАСЧЕТНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ Ткачев Д.А., Аркаев М.А., канд. техн. наук, доцент 2776

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЖИЛОГО МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА Трунов М.А., Сапрыкина Т.К., канд. техн. наук 2780

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ШЛАКОВ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ В СОВРЕМЕННЫХ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ Федосеенко Г. В., Дергунов С. А. канд. техн. наук, доцент, Спирина А. Ю., Бикитеев А. Э. 2784

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЁЖНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ: СУЩНОСТЬ, КРИТЕРИИ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ Фролов В.А., Кулешов И.В. 2788

ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА КАК КЛЮЧЕВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ Черноглазова Г.Г. 2792

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКТИВНЫХ СПОСОБОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЗДАНИЙ ОТ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ОБРУШЕНИЯ Шаповалова А.В. 2797

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АУТРИГЕРНЫХ ЭТАЖЕЙ ПРИ ПРОГРЕССИРУЮЩЕМ ОБРУШЕНИИ МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ Шаповалова А.В. 2803

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ ДЛЯ ГАЗИФИКАЦИИ НА ПРИМЕРЕ КОМПАКТНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ СЕЛА Щербак И.Е., Колотвин А.В., канд. техн. наук, доцент 2810

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТАЛЬНЫХ И ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ РОССИИ Щербак И.Е., Колотвин А.В., канд. техн. наук, доцент 2816

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ КОНТРОЛЛЕРОВ ONI В УЧЕБНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ НА ПРИМЕРЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ

Абузяров В.Н., Есипов Ю.В.
Университетский колледж ОГУ

Контроллеры ONI нашли широкое применение при решении задач автоматизации АСУ-ТП низкого и среднего уровня. Специалисты среднего звена, которые подготавливаются в университетском колледже, вполне могут освоить технологию использования программируемых реле при решении учебных и прикладных задач. Рассмотрим применение реле ONI в дренажной системе.

«Дренажная система – это инженерно-техническое сооружение, предназначенное для сбора и удаления (слива) инфильтрованных и грунтовых вод. При помощи дренажной системы решается задача регулирования водного баланса почвы (грунта), создаются благоприятные условия для инженерных сооружений» [2]. Особенно велика роль дренажной системы для предотвращения затопления и возможного повреждения инфраструктуры жилого фонда.

Древние дренажные системы 4000-летней давности, обнаруженные в Китае, представлены на рисунке 1.

Рисунок 1 – Древняя Китайская дренажная система

Современные дренажные системы представлены в соответствии с рисунком 2.

Рисунок 2 – Современная дренажная система

«На землях поселения, промышленности, транспорта прежде всего необходимо, чтобы глубины грунтовых вод обеспечивали несущую способность грунтов оснований сооружений, функционирование подземных частей зданий и коммуникаций…» [3].

В тоже время за состоянием дренажной системы необходим постоянный контроль, который может обеспечить автоматизированная система управления. «Основные задачи служб эксплуатации систем водоотведения представлены в Приказе Госстроя РФ от 30.12.1999 г. № 168 по обеспечению бесперебойной, надежной и эффективной работы всех элементов систем канализации». [2].

Современные элементы автоматизации дренажной системой представлены в соответствии с рисунком 3.

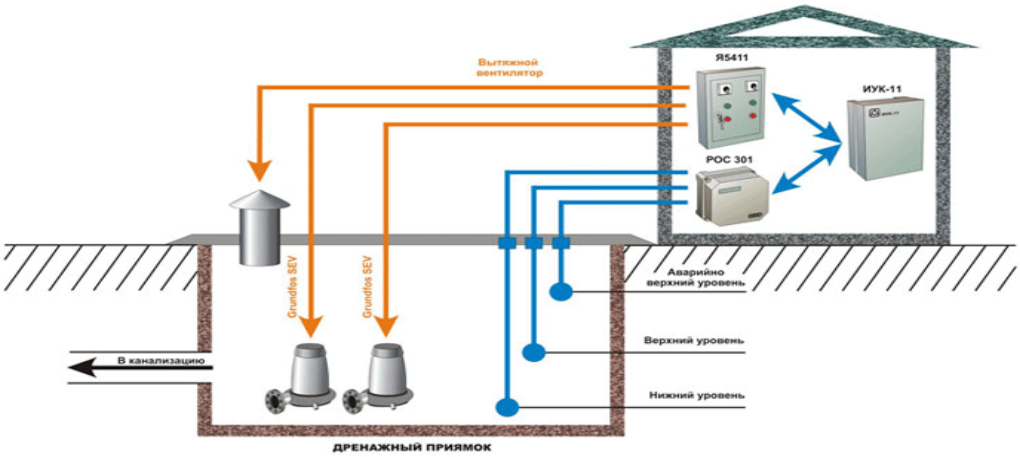


Рисунок 3 – Современные элементы автоматизации дренажной системой

Представленные элементы автоматизации дренажной системы, являются базовой основой для всех подобных устройств. Справедливым недостатком таких систем является отсутствие удаленного мониторинга, который мог бы показать состояние дренажной системы в любое время суток, а также расход электроэнергии и учет выкачанной воды во время работы насосов.

Для устранения указанных недостатков в электрическую схему дренажной системы предлагается внести программируемое реле ONI PLR-S, представленное в соответствии с рисунком 4.

Рисунок 4 – Внешний вид ONI PLR

Функциональная схема управления дренажной системой на основе программируемого реле представлена в соответствии с рисунком 5.

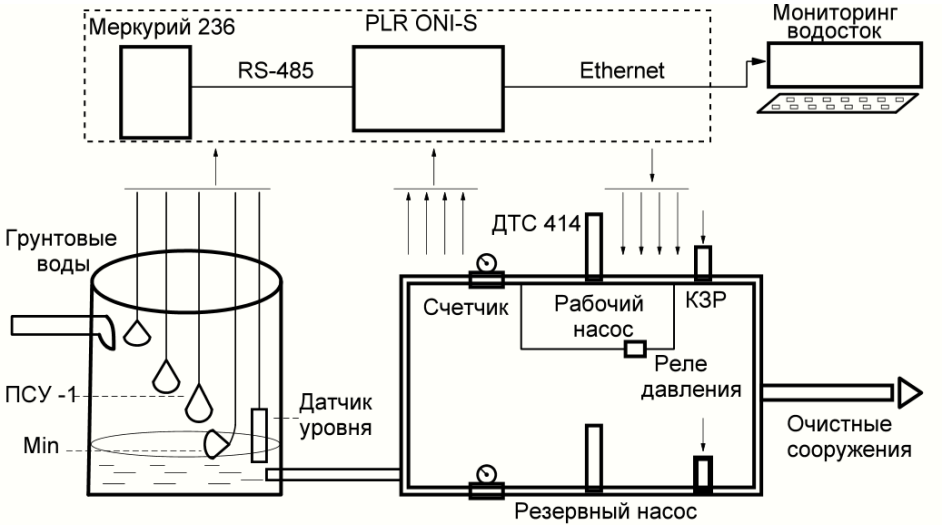
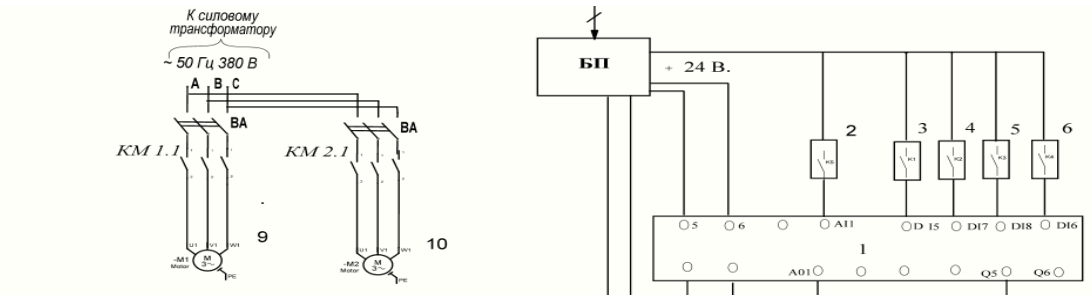


Рисунок 5 – Функциональная схема управления дренажной системой

Принципиальная электрическая схема работы дренажной системы представлена в соответствии с рисунком 6



Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Программируемое реле ONI PLR -S	1	
2	Гидростатический уровнемер	1	
3	Переключатель " Автомат"	1	
4	Переключатель " Ручное"	1	
5	Уровнемер ПСУ-1	1	
6	Уровнемер ПСУ-1	1	
7	Пускатель КМ 2	1	
8	Пускатель КМ 1	1	
9-10	Электродвигатели	2	

Рисунок 6 – Принципиальная электрическая схема дренажной системы

Логика работы функциональной схемы представлена в соответствии с рисунком 6.

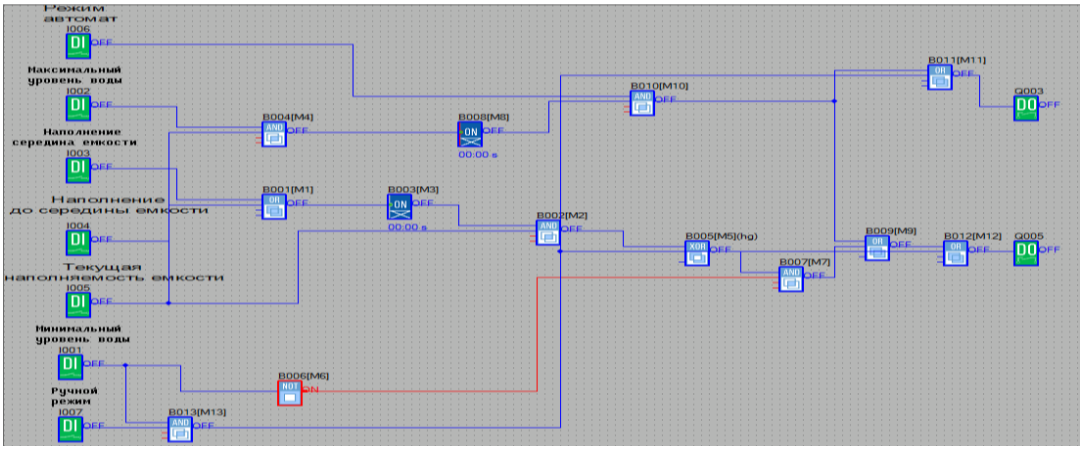


Рисунок 6 – Логика работы функциональной схемы дренажной системы

На входы программируемого реле ПЛР ONI (Д1-Д4) при срабатывании подвесных сигнализаторов уровня ПСУ-1 (работающих по принципу «включено-выключено») подается сигнал 24 В., что соответствует логической единице. В электрическую схему также включен гидростатический уровнемер NIVOPRESS D, который постоянно измеряет уровень воды в емкости, напряжение питания уровнемера 12-30 В., выходной сигнал 0-10В, на аналоговом входе программируемого реле постоянно присутствует логическая единица при наличии воды и сигнал отсутствует, если воды нет. Для надежности управления работой откачивающих насосов в программе на всех этапах предусмотрено двойное дублирование, а также задержка включения по времени, что исключает действие кратковременных «паразитных» сигналов.

На входы программируемого реле могут подаваться сигналы режима работы от источника питания через выключатели: режим «Автомат», режим «Ручной».

При наличии на входе реле сигнала «Режим автомат», а также одного или двух сигналов от датчиков уровня с задержкой по времени до пяти секунд на выходе ONI PLR –S появится сигнал на включение одного или двух насосов в работу. Если сигнала от уровнемеров на входе не будет, то в этом случае насосы отключатся автоматически. Если на вход реле будет подаваться сигнал от уровнемера, что уровень воды ниже минимального, работа насосов будет заблокирована. В случае управления насосами в м режиме «Ручной» включатся в работу оба насоса, а режим «Автомат» отключится.

Для контроля расхода электроэнергии в электрическую схему включен счетчик Меркурий - 200.02. Работа программируемого реле может контролироваться удаленно в системе мониторинга водостока. В заключении можно сделать общий вывод, что предлагаемая схема работы дренажной системы надежна, контролируема, относительно проста и безопасна в эксплуатации и может обслуживаться специалистами среднего звена.

Список литературы

1. Пак Л.Н. Инженерная подготовка территорий: учебное пособие / Л.Н. Пак, М.М. Ковалев и др. – Тверь. – Тверская ГСХА. – 2024. – 89 с.

2. Оль Е.М., Чугунов А.С. Децентрализованные системы водоотведения: технико-правовое регулирование: монография / Е.М. Оль, А.С. Чугунов. – СПб.: СПбГАУ, 2023. – 214 с.

3. Сольский С.В. Инженерная мелиорация: учебное пособие для СПО / С.В. Сольский, С.Ю. Ладенко, К.П. Моргунов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022.– 248 с. : 248 с. ил. – Текст: непосредственный ISBN 978-5-8114-8983-1.

ИНТЕГРАЦИЯ БИОПРИНЦИПОВ В АРХИТЕКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Аверьянова Е.В.
Кумертауский филиал ОГУ

Аннотация: В статье рассматривается эволюция и современное состояние интеграции биопринципов (бионики, биомиметики, биоморфологии) в теорию и практику архитектурного проектирования. Анализируется переход от формально-образного заимствования природных форм к глубокому изучению и применению структурных, функциональных и системных принципов живых организмов и экосистем. На конкретных примерах демонстрируется, как стратегии адаптации, оптимизации материалов и потоков веществ в природе становятся основой для создания энергоэффективных, ресурсосберегающих и адаптивных архитектурных систем. Делается вывод о формировании новой парадигмы проектирования, где биопринципы выступают ключевым инструментом для достижения целей устойчивого развития и симбиоза антропогенной и природной среды.

Ключевые слова: бионика, биомиметика, архитектурное проектирование, устойчивое развитие, адаптивная архитектура, природоподобные технологии, оптимизация, экосистемный подход.

На протяжении всей истории архитектуры природа служила неисчерпаемым источником вдохновения. Однако если ранее заимствование носило преимущественно декоративный или символический характер (ордерные системы, готические нервюры, растительный орнамент), то в XX–XXI веках, на фоне обострения экологического кризиса и роста технологических возможностей, отношение к природе коренным образом изменилось.

В условиях интенсивной урбанизации и плотной застройки актуализируется задача создания комфортной, здоровой и психологически благоприятной среды обитания. Одним из эффективных подходов к её решению выступает биофильный дизайн — концепция, основанная на принципе биофилии (врождённой потребности человека в связи с живой природой) и предполагающая системную интеграцию природных элементов в архитектуру зданий и городских пространств. Реализация данного подхода способствует не только повышению эстетической привлекательности объектов, но и улучшению качества воздуха, психоэмоционального состояния, когнитивных функций и общей продуктивности населения, а также соответствует принципам устойчивого развития и энергоэффективности.

В статье рассматриваются ключевые принципы биофильного дизайна, их практическая реализация в архитектурно-строительной практике и влияние на современные проектные решения. Основное внимание уделяется следующим аспектам:

- оптимизация светопропускающих конструкций для максимизации дневного света в интерьерах, что способствует психоэмоциональному комфорту, повышению работоспособности и снижению энергопотребления[1;2];

- применение зелёных стен, вертикальных садов, озеленённых кровель и атриумов для улучшения микроклимата, качества воздуха и визуально-психологического восприятия пространства [3];

- внедрение фонтанов, водопадов, декоративных водоёмов и систем рециркуляции воды для создания акустического и визуального комфорта, увлажнения воздуха и формирования релаксационных зон;

- активное использование дерева, камня, натуральных отделочных текстур, что усиливает тактильную и визуальную связь с природой и поддерживает экологические стандарты строительства [4];

- проектирование зданий с ориентацией на природные ландшафты, создание внутренних двориков, зимних садов и визуальных коридоров, направленных на снижение стресса и повышение концентрации.

Эмпирические исследования демонстрируют устойчивую корреляцию между применением принципов биофильного дизайна и улучшением показателей здоровья и психологического благополучия индивидов. Ключевые позитивные эффекты могут быть структурированы следующим образом [5]:

- интеграция природных элементов (растительность, вода, натуральные материалы) и естественного освещения в рабочую и жилую среду способствует редукции уровня стресса и тревожности, стабилизации эмоционального фона и повышению общего психологического комфорта;

- организация рабочих пространств на основе биофильных принципов ассоциируется с повышением концентрации внимания, креативности и общей продуктивности сотрудников, а также со снижением показателей абсентеизма (пропусков по болезни);

- активное использование фитостен, комнатных растений и систем вертикального озеленения способствует естественной фильтрации воздуха, повышению концентрации кислорода и снижению уровня летучих органических соединений (ЛОС) и других загрязнителей.

Данные эффекты формируют комплексное воздействие, способствующее созданию более здоровой, устойчивой и человеко-ориентированной среды обитания.

Теоретическая база и эволюция подхода Интеграцию биопринципов в архитектуре можно разделить на три условных этапа:

1. Биоморфология (образно-символическая стадия): Использование внешних форм и образов живой природы для создания выразительной архитектурной эстетики (например, работы Антонио Гауди, органическая архитектура Ф.Л. Райта, позднее — Заха Хадид). Природа здесь — источник пластики, а не инженерных решений (рисунок 1).

Рисунок 1 – Пример биоморфологии

2. Структурная бионика (конструктивно-технологическая стадия): Изучение и перенос в архитектуру принципов строения биологических объектов для создания прочных, легких и рациональных конструкций. Классические примеры — сетчатые оболочки по аналогии со структурой радиолярий или панциря жука, принципы роста деревьев, заложенные в основу ветвящихся колонн, структура пчелиных сот в сотовых панелях (рисунок 2).

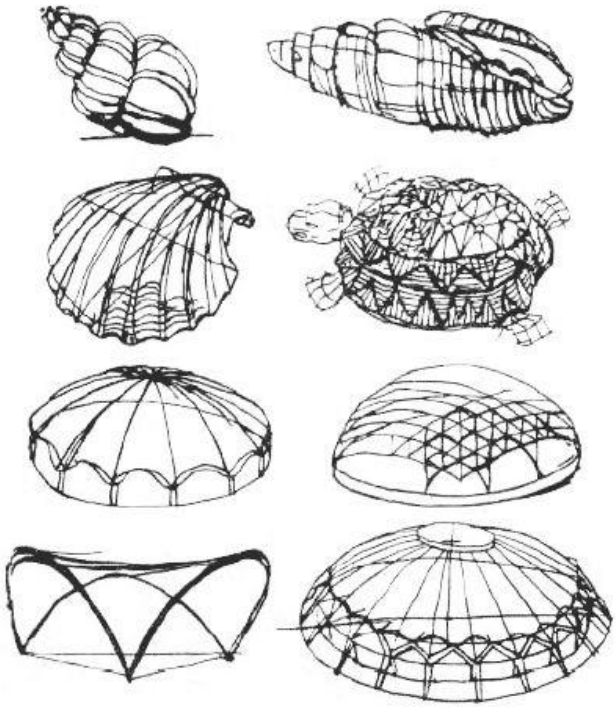


Рисунок 2 – Пример бионики

3. Системная биомиметика (процессуально-экосистемная стадия): наиболее современный и комплексный подход. Архитектура рассматривается не как статичный объект, а как динамическая система, которая должна функционировать по принципам природных экосистем: замкнутость циклов (воды, отходов, энергии), адаптивность к изменениям среды, саморегуляция и синергия с контекстом. В фокусе — процессы, а не только формы (рисунок 3).

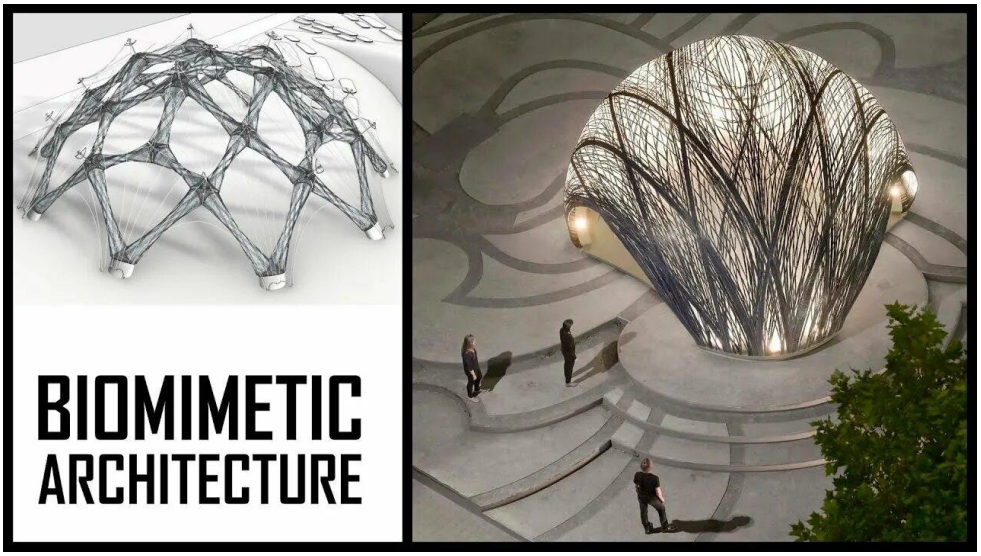


Рисунок 3 – Пример биомиметика

Биофильный дизайн выступает как актуальное направление в архитектурной практике, обладающее значительным потенциалом для улучшения антропогенной среды. Внедрение природных элементов в архитектурно-пространственные решения способствует оптимизации качества жизни, повышению работоспособности и минимизации экологического следа. В долгосрочной перспективе данный подход может стать базовым принципом устойчивого строительства и градостроительного проектирования.

Список литературы

1. Гипотеза биофилии-Biophilia hypothesis//Википедия [Электронный ресурс]. – URL: https://360wiki.ru/wiki/Biophilia_hypothesis (дата обращения: 23.12.2025)

2. Развитие и международное экономическое сотрудничество: проблемы окружающей среды/ Доклад Всемирной комиссии по вопросам окружающей среды и развитияURL: https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf/ (дата обращения: 28.12.2025)

3. Рыжов А. Биофильный дизайн: возвращение к природе.-2018.-URL: http://greencity.su/biofilnyj-dizajn-vozvrashhenie-k-prirode/ (дата обращения: 22.12.2025).

4. Биофильный дизайн. Estate Magaze's author: электронный журнал.-URL: https://estatemag.kz/biofilnyj-dizajn/ (дата обращения: 22.12.2025)

5. Деиндивидуализация/ Википедия [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki (дата обращения: 29.12.2025)

БЫСТРОВОЗВОДИМЫЕ ЗДАНИЯ В СОВРЕМЕННОМ ГОРОДЕ

Адигамова З.С., канд. геогр. наук, доцент,
Лихненко Е.В., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Аннотация: В этой статье мы рассмотрим основы проектирования и строительства каркасных быстровозводимых зданий, а также особенности выбора конструктивных решений.

Ключевые слова: каркас, колонна, быстровозводимые здания, этапы проектирования, металлопрофиль, конструктивная схема.

Современный город невозможно представить без развитой сети торговых, развлекательных и многофункциональных общественных центров. Эти объекты стали неотъемлемой частью городской инфраструктуры, выполняющей не только утилитарные, но и важные социальные функции, являясь центрами притяжения и общественного взаимодействия. В условиях динамичного развития городов и ужесточения рыночной конкуренции особую актуальность приобретают технологии, позволяющие в сжатые сроки и с максимальной экономической эффективностью возводить качественные и функциональные объекты недвижимости.

Одной из таких технологий, доказавшей свою эффективность во всем мире, является строительство каркасных быстровозводимых зданий.

Использование металлического каркаса в сочетании с современными ограждающими конструкциями позволяет в кратчайшие сроки создавать здания практически любого назначения – от торговых комплексов и спортивных сооружений до логистических терминалов и производственных цехов. Данная технология открывает широкие возможности для реализации смелых архитектурных и планировочных решений, обеспечивая при этом высокие показатели прочности, долговечности и энергоэффективности.

Быстровозводимые каркасные здания появились в ответ на необходимость ускоренного строительства, особенно в периоды экономического и промышленного роста. Первые прототипы подобных сооружений возникли еще в XIX веке, когда в Европе и США была широко распространена технология «фахверк» — дома из деревянного каркаса с заполнением панелями.

С началом промышленной революции и развитием производства металлоконструкций появились металлические каркасы, позволившие строить здания выше и быстрее. После Второй мировой войны быстровозводимые каркасные здания нашли широкое применение для быстрого восстановления жилья и инфраструктуры в разрушенных городах Европы.

Сегодня эта технология используется в строительстве жилых, коммерческих и промышленных объектов по всему миру благодаря своей экономичности, надежности, возможности быстрой сборки и индивидуального проектирования.

Например, одним из первых массовых применений технологии каркасного строительства стал знаменитый Криштиановский павильон, построенный в Лондоне для Всемирной выставки 1851 года. Это было огромное стеклянное здание на металлическом каркасе, возведённое за рекордно короткий срок.

Рисунок 1 – фото Криштиановского павильона, Лондон

Все основные нагрузки (от кровли, перекрытий, снега, ветра, собственного веса здания и внутреннего оборудования) воспринимаются и равномерно перераспределяются по несущим элементам каркаса к фундаменту. Использование металлокаркаса позволяет получать большие пролёты между опорными точками, что создаёт просторные помещения без необходимости установки несущих внутренних стен и столбов. Каркасная схема позволяет свободно размещать внутренние перегородки, которые не являются несущими и могут легко изменяться в процессе эксплуатации здания. Все элементы обычно изготавливаются на заводе и доставляются на объект в готовом виде, что обеспечивает высокую точность сопряжения деталей и крайне быстрый монтаж на площадке без необходимости создания опалубки, армирования и других «мокрых» процессов. Для обеспечения устойчивости здания к различным нагрузкам в каркас могут быть интегрированы дополнительные элементы — диагональные, горизонтальные и вертикальные связи.

Ограждающие конструкции каркасных зданий обязательно включают слои утеплителя (минеральная вата, пенополистирол и др.). Это обеспечивает высокий уровень теплоизоляции и энергоэффективности, снижая затраты на отопление и кондиционирование. Лёгкость ограждающих элементов позволяет существенно уменьшить общий вес здания, что снижает требования к фундаменту и делает возможным его выполнение по облегчённой схеме. Современные ограждающие конструкции выпускаются в широком

ассортименте цветов, фактур, размеров, что позволяет создавать функциональные и эстетичные фасады, внутренние перегородки и кровлю.

Гибкость планировок — это одно из главных преимуществ каркасных быстровозводимых зданий, радикально отличающее их от традиционных методов строительства. Данная особенность реализуется благодаря тому, что несущую функцию в здании выполняет только основной каркас, а все внутренние стены и перегородки не являются несущими и могут быть легко изменяемыми. Владельцы могут менять внутренние пространства здания во время эксплуатации без значительных затрат и сложных строительных работ.

Каркасная схема позволяет легко реализовать офисные open-space, крупные торговые залы, складские комплексы или производственные помещения с разной техникой размещения оборудования и людей. Гибкое планирование позволяет оптимально использовать площадь и изменять её под разные нужды без значительных инвестиций в конструкцию.

Скорость сборки — это одна из ключевых особенностей каркасных быстровозводимых зданий, благодаря которой они широко используются в современном строительстве.

Сборка здания, как правило, проходит без «мокрых» процессов (таких как заливка бетона, кирпичная кладка или штукатурка), поэтому строительные работы не зависят от погодных условий и времени года. Заводские элементы легко перевозить и складировать на объекте, что ускоряет логистику и подачу материалов непосредственно к месту работ.

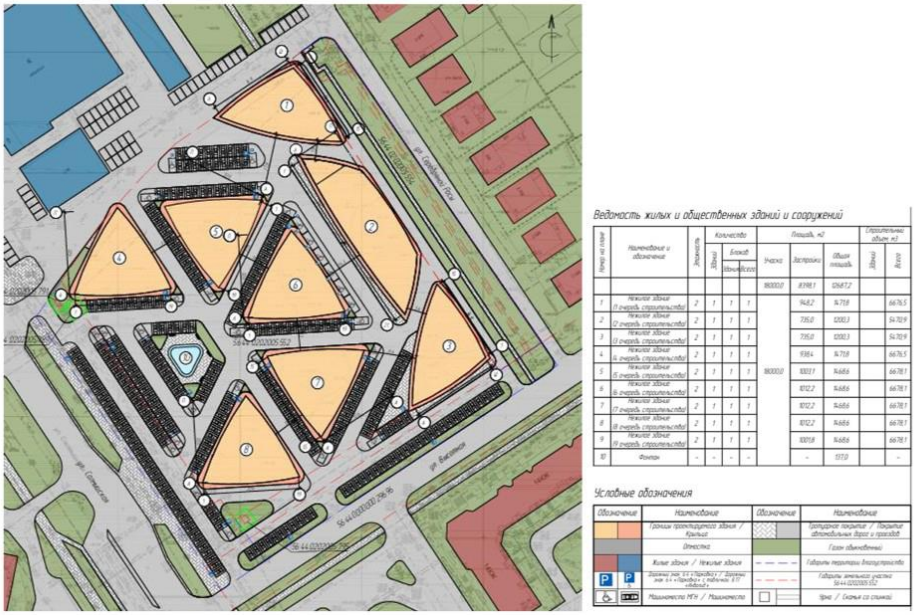


Рисунок 2 – Генплан участка строительства

Проведем анализ быстровозводимых зданий на примере комплекса «Город здоровья» , расположенный на улице Салмышской города Оренбурга.

В качестве основного конструктивного решения для данного здания был выбран стальной каркас. Такой выбор был обусловлен наличием у стального

каркаса ряда несомненных преимуществ. Конструкции из стали обладают высокой прочностью при относительно малом собственном весе, что даёт возможность создавать надёжные и долговечные здания, оказывающие минимальную нагрузку на фундамент. Помимо этого, стальной каркас характеризуется простотой и высокой скоростью процессов монтажа: все его элементы изготавливаются в условиях завода и доставляются на строительную площадку в уже готовом к сборке виде, что в значительной степени способствует сокращению общих сроков строительства.

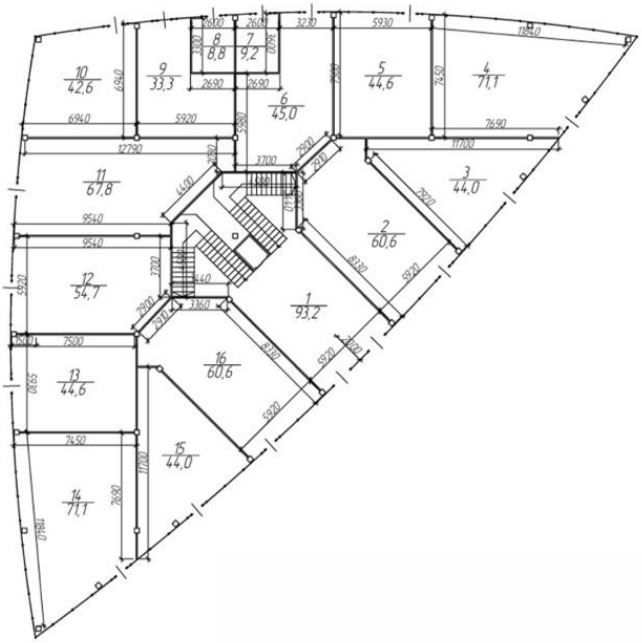


Рисунок 3 – План типового этажа корпуса 1

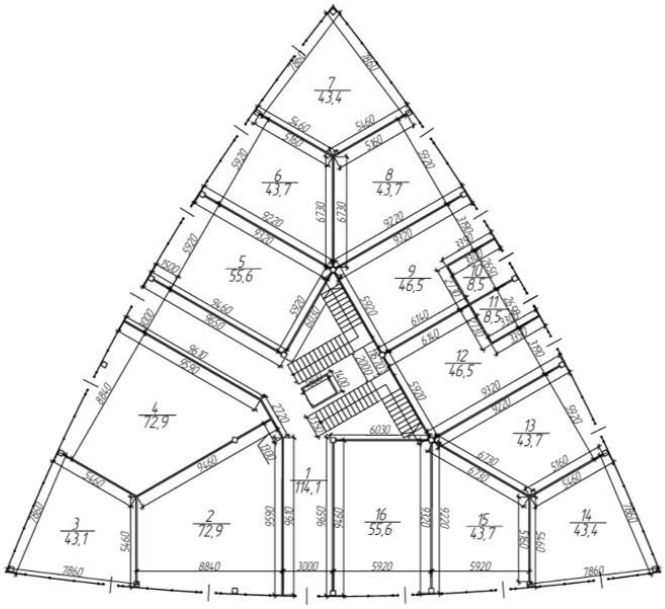


Рисунок 4 – План типового этажа корпусов 4- 8

Дополнительным положительным аспектом является то, что стальные конструкции обеспечивают высокую степень гибкости при организации

внутренней планировки — внутренние стены и перегородки могут размещаться свободно и, в случае возникновения такой необходимости, с лёгкостью изменять своё положение. Отсутствие сложных архитектурных форм и нестандартных решений позволило принять данное конструктивное решение без каких-либо затруднений: простая форма каркаса без проблем реализуется с помощью стандартных стальных профилей и типовых соединений. Таким образом, стальной каркас стал оптимальным выбором для данного объекта, обеспечив ему требуемую надёжность, быстроту возведения и общую экономическую эффективность строительства.

В конструкции данного здания применяются колонны как круглого, так и квадратного сечения. Использование круглых колонн обусловлено тем, что здание имеет нестандартную, отличную от простой прямоугольной, конфигурацию. Круглая колонна обладает рядом преимуществ, если сравнивать её с колоннами, имеющими другую форму сечения:

Высокая несущая способность: Круглое сечение обеспечивает равномерное распределение действующих нагрузок по всей площади поперечного сечения колонны, что приводит к повышению её прочностных характеристик и устойчивости к воздействию сил сжатия и изгиба.

Эстетическая привлекательность: Круглые колонны часто находят применение в современных архитектурных проектах благодаря свойственным им лаконичности и визуальной привлекательности. Они способны придавать как внешнему облику здания, так и его внутренним пространствам ощущение лёгкости и архитектурного изящества.

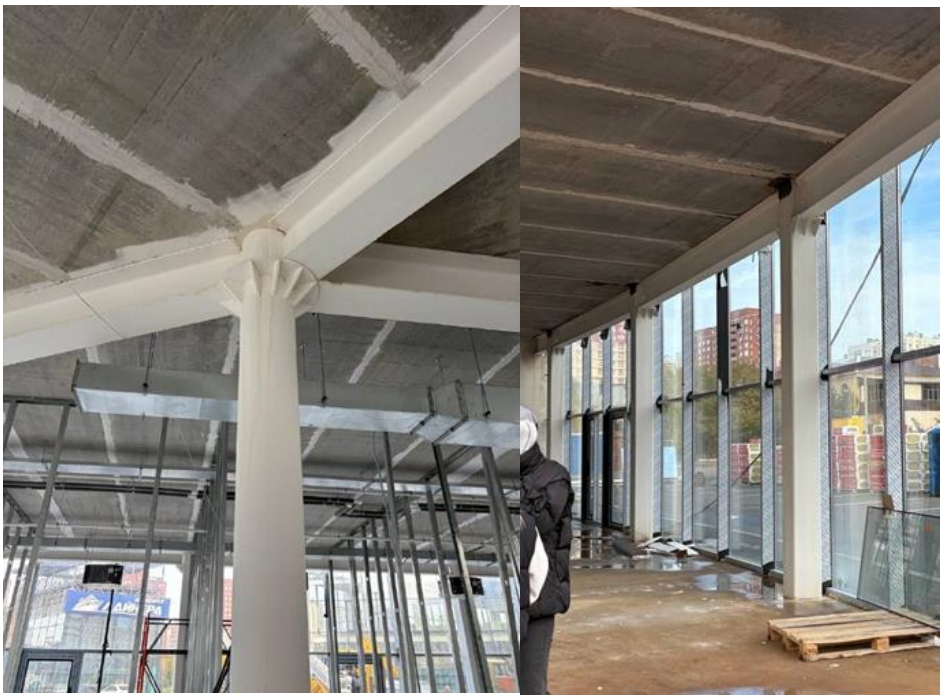


Рисунок 4 – Фото колонн разного сечения

Удобство проведения отделочных работ: Отсутствие острых углов у круглых колонн существенно облегчает проведение работ по их отделке и способствует более равномерному нанесению таких материалов, как штукатурка, краска и другие.

Минимизация эффекта концентрации напряжений: В конструкции круглой колонны отсутствуют углы — именно те места, где в колоннах другого сечения обычно происходит концентрация напряжений, что в итоге снижает риск образования трещин и последующих разрушений по сравнению с колоннами квадратного или прямоугольного сечения.

Рисунок 5 – Визуализация генплана комплекса

Рисунок 6 – Визуализация внешнего вида комплекса

Список литературы

1.Асаул А. Н., Казаков Ю. Н., Быков В. Л., Князев И. П., Ерофеев. Теория и практика использования быстровозводимых зданий — Санкт-Петербург, «Гуманистика», 2004–472 с.

2. Вержбовский Г. Б., Колесова Е. В. Легкокаркасные металлодеревянные здания// Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» № 3 2012

3.Мушинский А. Н., Зимин С. С. Строительство быстровозводимых зданий и сооружений // Строительство уникальных зданий и сооружений. 4(31).2015 http://ecopan50.ru

4.Ромашко В. М. Сборно-разборные, быстровозводимые, здания-модули // Молодёжь и наука: Сборник материалов VII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, посвященной 50-летию первого полета человека в космос. [Электронный ресурс]. URL: http://elib.sfu-kras.ru/bitstream /2311/4880/1/s231_111.pdf (дата обращения: 27.03.2015)

5. Чечина Н. Н. Развитие каркасного малоэтажного жилого домостроения// Молодёжь и наука: Сборник материалов VIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, посвященной 155-летию со дня рождения К. Э. Циолковского. [Электронный ресурс]. URL: http://elib.sfu-kras.ru/bitstream /2311/7670/1/s035-048.pdf (дата обращения: 27.03.2015)

6. Джумабекова, К. К. Концепция проектирования зон отдыха с применением современных конструктивных решений зданий и сооружений [Электронный ресурс] / К. К. Джумабекова, Е. В. Лихненко // Шаг в науку,2025. - № 1. - С. 8-17. . - 10 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ МОДУЛЬНОГО ОСТЕКЛЕНИЯ: ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ И ОСОБЕННОСТИ

Адигамова З.С., канд. геогр. наук, доцент,
Лихненко Е.В., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Аннотация: В этой статье мы рассмотрим основные этапы проектирования и монтажа модульного остекления, а также особенности выбора материалов и систем остекления.

Ключевые слова: модульное остекление, светопрозрачные покрытия, этапы проектирования, металлопрофиль, стеклопакет, система остекления.

В современном строительстве модульное остекление становится всё более популярным решением для обеспечения естественного освещения и улучшения энергоэффективности зданий. Однако для успешного выполнения проекта необходимо учитывать множество факторов, включая категорию объекта, климатические условия, функциональность помещения и требования безопасности.

Понимание этих аспектов позволит обеспечить высокое качество и надёжность системы остекления, а также её соответствие всем требованиям проекта и условиям эксплуатации.

Проектирование и монтаж модульного остекления предусматривается в несколько этапов.

1 этап - Подготовительные работы

На **первом** этапе проектирования светопрозрачных покрытий (СПК) необходимо собрать и проанализировать основные исходные данные, которые будут использоваться для разработки проекта. К ним относятся:

- Категория проектируемого объекта: Определение типа и назначения здания или помещения, для которого разрабатываются светопрозрачные покрытия.
- Назначение и расположение здания: Учет специфики здания и его расположения, включая климатические условия региона.
- Назначение помещения: Определение функциональности помещения, для которого будет выполняться остекление. Это может быть офис, торговый центр, промышленное здание и т.д.
- Требуемые показатели остекления: Установление параметров остекления, таких как светопропускание, теплоизоляция, шумоизоляция и т.д., в соответствии с требованиями проекта.
- Условия окружающей среды: Учет климатических факторов, таких как ветровые нагрузки, снеговые осадки, температурные перепады и сейсмическая активность.

– Конструкция каркаса СПК: Выбор типа и материала каркаса, который будет поддерживать систему остекления. Это может быть алюминиевый или стальной профиль с терморазрывом для предотвращения теплопотерь.

– Способы крепления остекления в каркасе: Определение методов и крепежных элементов для надежного и долговечного крепления стеклопакетов.

– Нагрузки, испытываемые остеклением: Расчет ветровых, снеговых и сейсмических нагрузок в соответствии с нормативными документами СП 20.13330.2016 и СП 426.1325800.2020.

– Требования безопасности: Установление стандартов безопасности, включая ударопрочность и огнестойкость остекления.

– Характеристики материалов остекления: Выбор типов стекол, таких как закаленное стекло (ГОСТ 30698), триплекс (ГОСТ 30826) или многослойное стекло, в зависимости от требований проекта.

– Предельно допустимые значения параметров остекления: Определение допустимых пределов по светопропусканию, теплопотерям, звукоизоляции и другим параметрам.

На этом этапе проводится анализ ветровых, снеговых и сейсмических нагрузок, характерных для региона, где будет располагаться здание. Расчеты выполняются в соответствии с нормативными документами, такими как СП 20.13330.2016 для ветровых нагрузок и СП 426.1325800.2020 для снеговых нагрузок.

Прочность узлов крепления стеклопакетов к каркасу должна быть рассчитана с коэффициентом запаса не менее 2.5. Это обеспечивает надежность и долговечность конструкции, даже при экстремальных условиях эксплуатации.

На основе анализа требований и условий эксплуатации выбирается оптимальная система остекления. Возможные варианты включают:

– *Стоечно-ригельная система:* обеспечивает высокую жесткость и устойчивость конструкции.

– *Спайдерная система:* подходит для больших проемов и обеспечивает равномерное распределение нагрузки.

– *Структурная система*: используется для сложных архитектурных решений и нестандартных форм.

Подготовка материалов

Для успешной реализации проекта необходимо подготовить все необходимые материалы, которые будут использоваться при монтаже светопрозрачных покрытий. К ним относятся:

– *Профили:* Алюминиевые профили (ГОСТ 22233) или стальные профили с терморазрывом (ГОСТ 27772). Алюминиевые профили обладают высокой коррозионной стойкостью и легкостью, а стальные профили с терморазрывом обеспечивают дополнительную теплоизоляцию.

– *Стеклопакеты:* Закаленное стекло (ГОСТ 30698), триплекс (ГОСТ 30826) или многослойное стекло. Закаленное стекло обладает высокой прочностью и устойчивостью к механическим повреждениям, триплекс обеспечивает дополнительную безопасность за счет слоев, которые удерживают

осколки при разрушении, а многослойное стекло может быть использовано для повышения ударостойкости.

– *Крепеж:* Нержавеющие анкеры (класса A2/A4) и спайдеры. Нержавеющие анкеры обеспечивают долговечность и устойчивость к коррозии, а спайдеры используются для крепления стеклопакетов к алюминиевым профилям.

Подготовка этих материалов позволяет обеспечить высокое качество и надежность системы, а также ее соответствие всем требованиям проекта и условиям эксплуатации.

2 этап: монтаж каркаса

На этом этапе выполняются следующие ключевые шаги:

1. Разметка и установка опор:

− *Геодезическая разбивка.* Для обеспечения точности монтажа каркаса производится геодезическая разбивка точек крепления. Это включает определение координат точек установки опор с помощью геодезического оборудования. Точность разбивки должна соответствовать требованиям проекта и обычно составляет ±2 мм.

− *Монтаж стоек и ригелей.* Стойки (вертикальные элементы каркаса) и ригели (горизонтальные элементы) устанавливаются в соответствии с проектом. Особое внимание уделяется выравниванию элементов по вертикали и горизонтали, а также их точной фиксации. Для компенсации возможных деформаций используются регулировочные шпильки, которые позволяют корректировать положение элементов после их установки.

− *Применение изолирующих прокладок* Для предотвращения гальванической коррозии, возникающей при контакте разнородных металлов, устанавливаются изолирующие прокладки. Эти прокладки размещаются между металлическими элементами каркаса и несущими конструкциями здания, что снижает риск возникновения электрических токов между ними и, как следствие, коррозии.

2. Анкеровка каркаса к несущим стенам является критически важным этапом, обеспечивающим прочность и устойчивость всей конструкции. Для этого используются следующие методы:

− *Крепление кронштейнов.* Кронштейны, на которые будет устанавливаться каркас, крепятся к несущим стенам с помощью химических анкеров для бетона или распорных анкеров для металлоконструкций. Выбор типа анкера зависит от материала стен и требований проекта.

− *Обеспечение надежности крепления.* Химические анкеры для бетона создают прочное соединение между кронштейном и стеной, проникая в бетон и образуя надежную фиксацию. Распорные анкеры для металлоконструкций используются, если стены выполнены из металла, и обеспечивают надежное крепление за счет расширения при затягивании.

Эти шаги позволяют создать прочную и устойчивую основу для дальнейшего монтажа элементов каркаса, обеспечивая долговечность и надежность всей конструкции.

Этап 3: Установка стеклопакетов

Установка стеклопакетов — ключевой этап в монтаже оконных систем, требующий учета множества факторов. Технология монтажа зависит от типа системы: стоечно-ригельной, спайдерной или структурной.

В этой системе стекла фиксируются при помощи прижимных планок с EPDM-уплотнителями EPDM - пазовый уплотнитель (профили KBE, VEKA, REHAU, DECEUNINCK) для пластиковых окон и дверей, предназначен для защиты помещений от шума, пыли, влаги. Изделие не подвержено разрушению при резком перепаде температур и воздействии ультрафиолета (солнечных лучей), может эксплуатироваться в широком диапазоне температур. Планки обеспечивают надежное крепление стекол и герметичность стыков, что важно для сохранения тепла и защиты от влаги.

В спайдерной системе стекла крепятся через отверстия стальными кронштейнами, напоминающими пауков. Эти кронштейны обеспечивают равномерное распределение нагрузки на стеклопакет и предотвращают его деформацию. После установки стекла герметизируются силиконовым герметиком, который заполняет все зазоры и обеспечивает дополнительную защиту от влаги и пыли.

Структурная система предполагает бесшовную установку стеклопакетов на клей-герметик. Для этого используются полиуретановые или силиконовые герметики, обладающие высокой адгезией к различным материалам и устойчивостью к температурным колебаниям. Такая технология позволяет создать герметичное соединение без видимых швов, что придает окну эстетичный вид и улучшает теплоизоляцию.

При установке стеклопакетов важно соблюдать определенные требования для обеспечения их долговечности и эффективности:

− *Зазоры между стеклом и профилем:* должны составлять 4–6 мм. Эти зазоры необходимы для компенсации температурных расширений и сжатий, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации окна.

− *Герметизация стыков:* должна быть двухконтурной. Внешний контур герметизируется силиконовым герметиком, устойчивым к ультрафиолетовому излучению и атмосферным воздействиям. Внутренний контур герметизируется бутиловой лентой, обеспечивающей дополнительную тепло- и гидроизоляцию.

Соблюдение этих требований гарантирует надежность и долговечность оконных систем, а также комфорт и уют в помещении.

4 этап - Контроль качества и испытания

На каждом этапе производства выполняются комплексные проверки для обеспечения высокого уровня качества и соответствия стандартам:

− *Вертикальность:* проверяется отклонение каркаса по вертикали, которое не должно превышать 1,5 мм на 1 метр. Это гарантирует, что конструкция будет устойчивой и надежной.

− *Точность установки:* особое внимание уделяется точности монтажа всех элементов каркаса, чтобы избежать перекосов и обеспечить равномерное распределение нагрузки.

− *Равномерность затяжки крепежа: динамометрическим ключом.*: для каждого элемента крепежа применяется динамометрический ключ, который позволяет контролировать усилие затяжки. Это предотвращает как недостаточное, так и чрезмерное затягивание, что может привести к ослаблению или повреждению конструкции.

− *Проверка затяжки:* после затяжки всех крепежных элементов проводится повторная проверка, чтобы убедиться в их надежности и соответствии требованиям.

После завершения монтажных работ проводятся комплексные испытания для проверки всех ключевых характеристик конструкции:

− Тест на герметичность: проверяется герметичность всех соединений и элементов конструкции. Для этого могут использоваться специальные растворы или газы, которые подаются под давлением. Отсутствие утечек подтверждает надежность конструкции и ее способность противостоять внешним воздействиям.

− Проверка звукоизоляции: оценивается эффективность звукоизоляционных материалов и конструкций. Для этого проводятся тесты на проникновение звука из одной части конструкции в другую. Результаты проверки позволяют убедиться, что конструкция обеспечивает необходимый уровень звукоизоляции.

− Тепловизионный контроль: используется тепловизор для проверки равномерности распределения тепла по всей конструкции. Это позволяет выявить возможные дефекты, такие как тепловые мостики или неравномерный нагрев, которые могут указывать на проблемы в теплоизоляции или монтаже.

Заключение. Проектирование и монтаж модульного остекления — это многоэтапный процесс, который требует тщательного анализа исходных данных и подготовки материалов. На первом этапе необходимо собрать и проанализировать информацию о категории объекта, его назначении, климатических условиях, функциональности помещения и требованиях безопасности. Это позволит определить параметры остекления и выбрать оптимальную систему.

На этапе подготовки материалов важно выбрать подходящие профили, стеклопакеты и крепёж. На втором этапе выполняется монтаж каркаса, включая разметку и установку опор.

Модульный подход в остеклении позволяет создать надёжную и эффективную систему, которая соответствует всем требованиям проекта и условиям эксплуатации. Для успешного выполнения проекта необходимо провести детальный анализ исходных данных, выбрать оптимальные материалы и выполнить качественный монтаж каркаса.

Список литературы

1. ГОСТ 111-2014 Стекло листовое бесцветное. Технические условия = Glass sheet colourless. Specifications : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введен впервые : введен 2015-07-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. — М. : Стандартинформ, 2014. — 27 с.

2. ГОСТ 33079-2014 Конструкции фасадные светопрозрачные навесные. Классификация. Термины и определения = Facade translucent curtain walls. Classification. Terms and definitions : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введен впервые : введен 2016-01-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. — М. : Стандартинформ, 2014. — 19 с.

3. ГОСТ 22233-2018 Профили прессованные из алюминиевых сплавов для ограждающих конструкций. Технические условия = Aluminium alloy extruded sections for translucent envelopes. Specifications : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : взамен ГОСТ 22233-2001 : введен 2019-09-01 / Межгосударственный совет по стандартизации. — М. : Стандартинформ, 2018. — 41 с.

4. СП 426.1325800.2020. Свод правил. Конструкции ограждающие светопрозрачные зданий и сооружений. Правила проектирования = The translucent enclosing structures of buildings and structures. Design rules : утвержден Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации 30.12.2020 № 896/пр : введен 01.07.2021. — Москва : Стандартинформ, 2021. — 42 с.

5. Адигамова, З. С. Модульное остекление при разработке фасадов современных зданий [Электронный ресурс] / З. С. Адигамова, Е. В. Лихненко // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 31 янв.-2 февр. 2018 г. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ,2018. - . - С. 15-18. . - 4 с.

6. Кудасова, А.С. О развитии систем фасадного остекления гражданских зданий / А.С. Кудасова, В.Э. Нуриев, И.С. Морева, В.А. Турянская // Academia. Архитектура и строительство. — 2016. — № 2. — С. 106–112.

7. Куприянов, В.Н. Светопрозрачные ограждающие конструкции : учебное пособие для вузов / В.Н. Куприянов. — Москва : АСВ, 2019. — 216 с. — (Учебное пособие для ВУЗов). — ISBN 978-5-4323-0326-4.

8. ООО «Алюком» Навесные светопрозрачные фасады: основные типы. URL:https://alucom.ru/statii/navesnye-svetoprozrachnye-fasady-osnovnye-tipy.html?ysclid=mclrehorug504857742. (дата обращения 01.07.2025). — Текст: электронный.

9. Фасадные конструкции остекления (витражи): лекция по дисциплине "Железобетонные конструкции", раздел 26.5 / Донбасская национальная академия строительства и архитектуры. — Донецк : ДонНАСА, [б.г.]. URL:https://studfile.net/preview/5434903/page:2/ (дата обращения: 01.07.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей вуза. — Текст : электронный

10. Хабибуллина О. Виды светопрозрачных монтажных конструкций, способы крепления и монтаж. URL: https://fasad-mo.ru/stati/klassifikatsiya-svetoprozrachnyh-montazhnyh-konstruktsy/?ysclid=mclrcz9v8b681074393 (дата обращения 01.07.2025). — Текст: электронный.

ОСОБЕННОСТИ ЗАМЕНЫ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ ЦОКОЛЯ

Аркаев М.А.,канд. техн. наук, доцент
Украинченко Д.А., канд. техн. наук, доцент, Лисов С.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Аннотация**:** В статье приведены характерные дефекты кладки цокольной части стен многоквартирного жилого дома, связанных с длительным периодом эксплуатации и нарушением базовых принципов конструирования зданий. Указаны конкретные рекомендации по восстановлению кирпичной кладки цоколя эксплуатируемого здания.

В 2024 году в Оренбургской области произошел крупнейший паводок вследствие повышения уровня воды в реке Урал [1, 2, 3].. Для оценки степени негативного воздействия паводка на техническое состояние несущих и ограждающих строительных конструкций многоквартирных жилых домов было проведено их инструментальное обследование.

Одним из таких объектов является многоквартирный двухэтажный жилой дом в г. Оренбург (рисунок 1). Здание без подвала. Габаритные размеры в осях 12,60х34,75 м. Конструктивная схема здания – жесткая, с несущими продольными стенами. Пространственная жесткость обеспечивается взаимно перпендикулярным расположением наружных стен, стен лестничных клеток и поперечных стен, выполняющих функцию диафрагм жесткости.

Рисунок 1 – Общий вид жилого дома.

Наружные стены надземных этажей – кирпичные, из керамического и силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной 640 мм. Несущие стены первого и второго этажей также выполнены из керамического и силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе при их толщине 250 мм и 380 мм (без учета отделочных штукатурных слоев). Внутренние ненесущие перегородки – кирпичные и деревянные каркасные толщиной 100...120 мм. Перекрытие первого и второго этажей – сборные железобетонные многопустотные плиты высотой 220 мм. Фундаменты жилого дома – ленточные бетонные с цокольной частью из керамического кирпича на цементно-песчаном растворе. Отмостка по периметру здания - асфальтобетонная. Кровля – вальмовая со стропильной деревянной системой и гидроизоляционным покрытием в виде волнистых асбестоцементных листов.

В результате проведенного обследования обнаружены горизонтальные трещины в швах и отслоение облицовочного слоя кирпичной кладки подоконных частей стен первого этажа. Так же выявлены трещины в штукатурном слое цоколя. Дополнительные вскрытия и выполнение шурфов позволили установить наличие разрушения кирпичной кладки цоколя на глубину от 60 мм до 250 мм (рисунок 2, 3), а также наличие горизонтальных трещин (рисунок 3).

Рисунок 2 – Общий вид жилого дома.

Комплексный анализ характера разрушения, состояния кирпича, цементно-песчаного раствора, горизонтальной гидроизоляции и положения

конструкции отмостки позволил установить, что одной из наиболее вероятных причин разрушения кладки является исчерпание потенциала морозостойкости материалов вследствие воздействия попеременного замораживания и оттаивания в увлажненном состоянии, нарушение адгезии между кирпичом и раствором, нарушение монолитности кладки.

При этом увлажнению кирпичной кладки способствовало нарушение целостности горизонтальной гидроизоляции, напластование ремонтных слоев отмостки выведших горизонтальную плоскость отмостки выше отсекающей гидроизоляции. Кроме этого, дополнительному увлажнению кирпичной кладки способствовало нарушение целостности узла сопряжения отмостки с вертикальной гранью цокольной части стены.

Рисунок 3 – Горизонтальная трещина и разрушение кладки цоколя.

Необходимо отметить, что при проведении обследования внутренних помещений каких-либо трещин в несущих стенах и зонах их сопряжений не выявлено, что дополнительно подтверждает отсутствие существенных деформаций фундаментов и негативного влияния частичного разрушения кирпичной кладки цоколя на несущую способность стен.

Для обеспечения работоспособного состояния цокольной части стены с учетом [4-7] было рекомендовано выполнить следующие мероприятия в соответствии с рисунком 4:

1. Выполнить дополнительную фиксацию кладки облицовочного слоя стены толщиной 120 мм путем установки шпилек на химические анкера в

простенках в уровне подоконника окон первого этажа на отметке 0,000 в соответствии со схемой.

2. Не ранее чем через 3 суток после установки анкеров выполнить демонтаж нижерасположенных ложковых рядов кладки облицовочного слоя толщиной 120 мм. Демонтаж осуществлять без вибрационных воздействий.

3. При выполнении работ обеспечить постоянный контроль за состоянием сохраняемого существующего тычкового ряда в уровне подоконника первого этажа (на отм. -0,200) и вышерасположенного облицовочного слоя, в случае выявления деформаций или появления дефектов - работы остановить и обеспечить дополнительное надлежащее усиление облицовочного слоя.

4. Выполнить демонтаж отмостки по периметру здания.

5. Выполнить траншею по периметру здания до глубины на 200 мм ниже верхней грани бетонного фундамента (до отм. -1,800).

6. Оградить траншею сигнальной лентой и ограждениями (на необходимых участках). Обеспечить возможность безопасного и комфортного доступа в квартиры эксплуатируемого жилого дома.

7. Не допускать попадание атмосферных осадков в выполненную траншею в течение всего цикла выполнения работ до завершения работ по устройству отмостки.

8. Кладку из керамического кирпича, выполненную поверх бетонного фундамента (далее - кладка цоколя), по длине делить на участки длиной 1,0м.

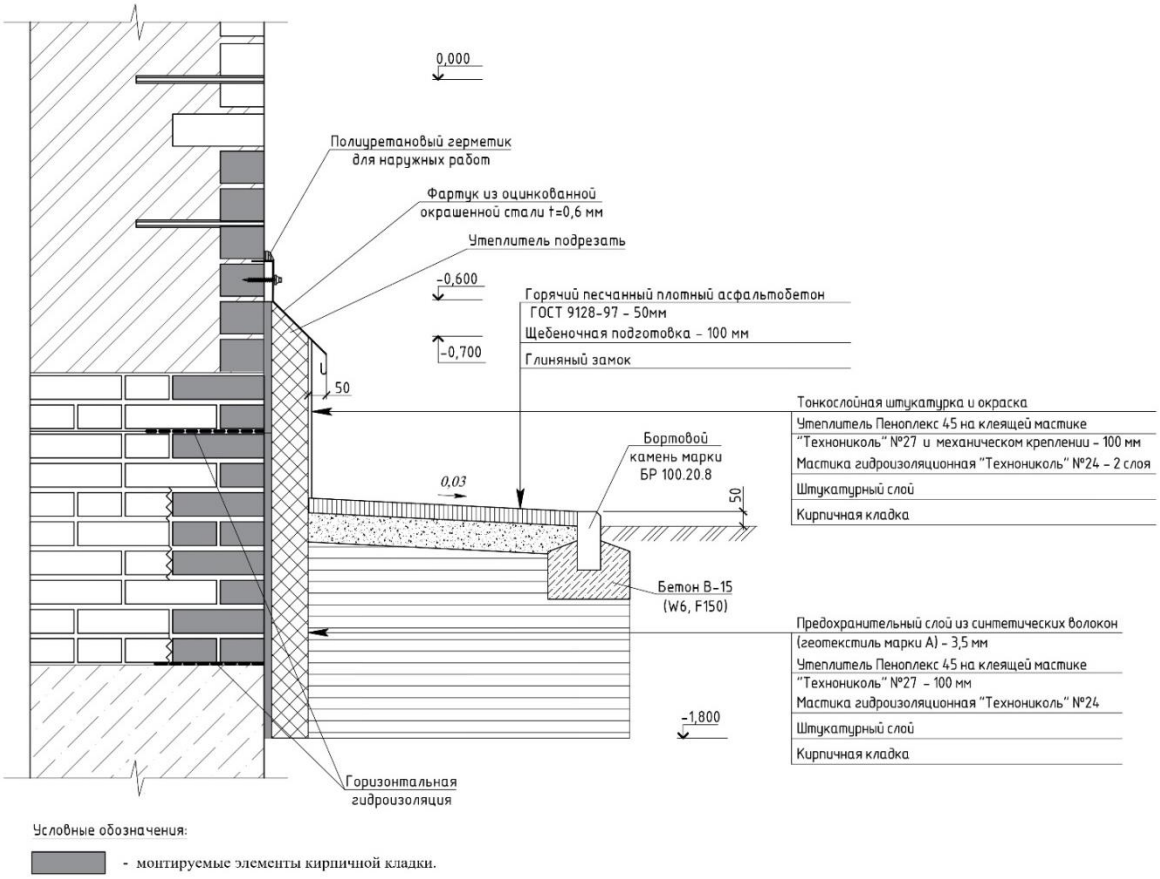


Рисунок 4 – Схема восстановления кладки цоколя.

9. Выполнить замену кладки цоколя участками длиной не более 1,0м с шагом не менее 3,0м (между участками расстояние не менее 2,0 м). При замене участка кладки цоколя в зоне простенка - заменяемый участок кладки не должен затрагивать кладку более половины ширины простенка (ориентировочно не более 500мм).

Замену кладки цоколя на смежном участке допускается выполнять не ранее, чем через 7 суток после окончания работ на предыдущем участке.

10. При замене кладки цоколя демонтаж осуществлять без вибрационных воздействий. Демонтажу подлежит кирпичная кладка цоколя на участках с разрушенным кирпичом и на участках с нарушением монолитности кладки (отсутствует адгезия между раствором и кирпичом). При выполнении демонтажа максимально сохранить существующую горизонтальную гидроизоляцию на отм. -0,950.

По результатам вскрытий установлено, что глубина заменяемой кладки цоколя составляет не более 250 мм. При обнаружении дефектных участков с глубиной более 250 мм работы по демонтажу на этом участке приостановить, выполнить необходимое временное крепление кладки и вызвать представителей экспертной организации для принятия решения по восстановлению кладки цоколя.

11. После демонтажа кладки цоколя на заменяемом участке - очистить поверхность кладки от грязи и мусора щетками, расшить швы сохраняемой кладки на глубину 50 мм.

12. После демонтажа и перед восстановлением кладки выполнять поэтапную приемку с фотофиксацией всех участков кладки на каждом этапе работ и составлением акта на скрытые работы с соответствующими схемами.

13. Восстановить кирпичную кладку цоколя одинарным полнотелым керамическим кирпичом пластического формования марки не ниже М100, F50 (КР-р-по 250х120х65/1НФ/100/2,0/50/ГОСТ 530-2012) на цементно-песчаном растворе марки не ниже М100 (ГОСТ Р 58766-2019), при выполнении кладки обеспечить перевязку новой кладки и существующей. Верхний ряд кладки цоколя выполнять тычковым.

14. При восстановлении кладки цоколя между новой кладкой и существующей по высоте обеспечить зазор в 30...40 мм, данный зазор тщательно и плотно заделать безусадочным раствором без образования пустот.

15. При производстве работ восстановить горизонтальную гидроизоляцию на существующей отметке -0,950 и на отметке -1,600 с использованием 2 слоев рулонного гидроизоляционного материала через 1 сутки после выполнения растворного шва. Нахлест отдельных полотен гидроизоляции не менее 150 мм.

16. После замены кладки цоколя - восстановить облицовочный слой кладки между отм. -0,200...-0,800. При восстановлении кладки облицовочного слоя - на отм. -0,400 выполнить дополнительную анкеровку при помощи стальной арматуры, по аналогии с п. 2 настоящих указаний в соответствии со

схемой. Дополнительную анкеровку выполнять в зоне простенков (в зоне окон не выполнять).

17. После завершения кладочных работ оштукатурить поверхность на высоту между отм. -0,600....-1,800 цементно-песчаным раствором состава 1:3. Не ранее чем через 3 суток на оштукатуренную поверхность нанести 2 слоя мастики гидроизоляционная "Технониколь" №24 с последующим устройством утепления, защитных и отделочных слоев в соответствии со схемой, указаниями производителя/поставщика материалов, а также [8, 9].

18. Перед монтажом теплоизоляционных плит для повышения адгезии последующих слоев необходимо выполнить дополнительную механическую обработку поверхности теплоизоляционных плит.

19. В траншее выполнить глиняный замок путем выполнения обратной засыпки глинистым грунтом с послойным трамбованием до коэффициента уплотнения не менее 0,95.

20. Выполнить устройство асфальтобетонной отмостки.

Следует указать на то, что приведенный вариант ремонта кладки, его применимость и достаточность для восстановления несущей способности стен должны быть основаны на результатах инструментального обследования в каждом конкретном случае. Учитывая опыт строительного контроля при производстве вышеуказанных работ стоит указать, что строительный контроль со стороны автора проектных решений должен быть организован в обязательном порядке т.к. ошибки и недостаточный контроль могут привести к существенному снижению несущей способности стен, и как следствие появлению дополнительных дефектов.

Список литературы

1. https://vestirama.ru/vkontakte/video/194301-v-orenburzhe-naibolee-krupnymi.html

2. https://ria.ru/20240414/orenburg-1939897644.html

3. https://orenburg-gov.ru/news/12010/

4. СП 427.1325800.2018 «Каменные и армокаменные конструкции. Методы усиления».

5. Каталог конструктивных решений по усилению и восстановлению строительных конструкций зданий и сооружений - М.:ОАО «ЦНИИПромзданий», 2009. - 258с.

6. Каталог конструктивных решений по усилению и восстановлению строительных конструкций промышленных зданий. ЦНИИПромзданий, 1987. – 333 с.

7. Рекомендации по усилению каменных конструкций зданий и сооружений. ЦНИИСК им. Кучеренко. 1984

8. СП 293.1325800.2017 «Системы фасадные теплоизоляционные композиционные с наружными штукатурными слоями»

9. СП 71.13330.2017 «Изоляционные и отделочные покрытия».

СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ПРИ ВЫБОРЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПЛОСКИХ КРОВЕЛЬ

Бабенко В.Е., Гаврилов А.А., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Современный школьный спортзал перестал быть просто коробкой для игры в баскетбол. Это многофункциональный, часто трансформируемый образовательно-событийный хаб, где проходят не только уроки физкультуры, но и общешкольные мероприятия, тренировки секций, а в нерабочее время он может функционировать как районный физкультурно-оздоровительный центр. Такая многофункциональность предъявляет новые, повышенные требования к его конструктиву:

1. Технологическая гибкость: возможность размещения тяжелого навесного оборудования (скалодромы, театральные конструкции, медиаэкраны).
2. Адаптивность к инженерным системам: пространство для размещения современных систем вентиляции с рекуперацией, акустической коррекции, сложного сценического освещения.
3. Эксплуатационная устойчивость к экстремальным условиям: постоянные вибрации (прыжки, бег), ударные нагрузки (падение снарядов), перепады температуры и влажности, солевая агрессия (пот).
4. Критерий стоимости владения: для государственного заказчика ключевым становится не минимальная сметная стоимость, а минимизация затрат на 50-100 лет эксплуатации при гарантированной безопасности.

Наиболее распространёнными решениями при устройстве несущих конструкций крыш спортзалов являются железобетонная балка и стальная ферма.

Железобетонная балка обладает значительной погонной массой (500-1000 кг/м) и высокой жесткостью. Это обеспечивает низкий уровень собственных колебаний. При ударе мяча или ритмичных прыжках она эффективно гасит низкочастотные вибрации, но может входить в резонанс с определенными видами нагрузок (например, групповые упражнения в такт). В таблице 1 приведены основные достоинства и недостатки железобетонных балок.

Стальная ферма рассчитана на восприятие динамических нагрузок. Ее решетчатая структура эффективно демпфирует колебания за счет внутреннего трения в узловых соединениях. Однако легкая конструкция более чувствительна к вибрациям от вентиляционного оборудования, смонтированного на ней же.В таблице 2 приведены основные достоинства и недостатки стальных ферм.

Таблица 1– Достоинства и недостатки железобетонных балок

Достоинства	Недостатки
Высокая прочность и жёсткость. Балки способны выдерживать большие нагрузки, что важно для строительства зданий с несколькими этажами или других сооружений, где требуется поддержание стабильной конструкции.	Большой вес. В зависимости от размера вес может доходить до 400 кг. Для установки нужна крановая техника.
Устойчивость к воздействию влаги и агрессивных сред.	Дорогая транспортировка. Из-за массивности и тяжести доставка железобетонных балок на стройплощадку дороже металлоконструкций.
Длительный срок службы без потери эксплуатационных характеристик.	Механическое воздействие на бетонные элементы приводит к быстрой потере первоначального вида и разрушению. Замена конструкции из железобетона — сложная задача для инженера-проектировщика и монтажника
Высокая огнестойкость — бетон и арматура — негорючие материалы, что делает конструкцию устойчивой к возгоранию.	Большие сроки строительства монолитного здания по сравнению с металлокаркасом, так как бетону нужно время для набора прочности (100% прочности бетон набирает за 28 дней).
Универсальность — балки могут быть использованы для создания различных типов конструкций — от простых перекрытий до сложных систем опор или фундаментов.	

Таблица 2– Достоинства и недостатки стальных ферм

Достоинства	Недостатки
Высокая прочность за счёт оптимальной геометрии и распределения материала, фермы могут перекрывать большие пролёты.	Подверженность коррозии**.** Сталь подвержена воздействию влажной среды, ржавчина разрушает поверхность и проникает в глубину. Поэтому фермам требуется регулярное обслуживание и защитные покрытия для поддержания их долговечности.
Лёгкость в сравнении с другими несущими конструкциями, что облегчает монтаж и транспортировку.	Низкая огнестойкость**.** Стальные конструкции не горят, но пожар их сильно деформирует. Для защиты применяют конструктивнуюпожарозащиту (обшивка металлоконструкций минеральной ватой, гипсоволокнистыми листами или обетонирование конструкций).
• Устойчивость к коррозии и механическим нагрузкам — это обеспечивает продолжительный срок службы ферм.	Недостаточная площадь опирания плит покрытия на стропильные фермы, что может привести к обрушению конструкций покрытия здания.

• Возможность перекрывать большие пролёты без промежуточных опор.	
• Быстрые сроки изготовления — например, в среднем 1,5 месяца по сравнению с 6 месяцами для сборного железобетонного каркаса.	
• Простой монтаж — монтаж фасадов и кровли для металлических каркасов не требует дополнительных закладных деталей, как для железобетонных конструкций.	

Далее проводился подбор конструкций для спортзала с последующей оценкой стоимости и технологичности устройства.

1) Стальная ферма покрытия

Пролет: L= 18 м.

Габаритная высота: H = 1,8 м

Вес конструкции: m= 1220 кг.

Допускаемая расчетная нагрузка:q = 31,885 кН/м

Фактическая нагрузка действующая на конструкцию:q = 27,054 кН/м

Расчетный изгибающий момент определяется по формуле

$$M_{x,max}=\frac{q\cdot l^2}{8}, \quad (1.1)$$

$$M_{x,max}=\frac{27{,}054\cdot 18^2}{8}=1095{,}69 \text{ кН·м}=109569 \text{ кН·см}.$$

Максимальная поперечная сила определяется по формуле

$$Q_{max}=\frac{q\cdot l}{2}, \quad (1.2)$$

$$Q_{max}=\frac{27{,}054\cdot 18}{2}=243{,}486\text{кН}.$$

Расчет на прочность по нормальным напряжениям выполняется по формуле [1]

$$\frac{M_x}{c_x\cdot\beta\cdot W_{x,min}\cdot R_y\cdot\gamma_c}\leq 1,$$

где c_x–коэффициент, учитывающий наличие пластических деформаций (равный 1,1);

β–коэффициент, принимаемый равным1;

R_y– расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию и изгибу по пределу текучести, для стали С345 равный 35 кН/см^2;

γ_c–коэффициент условия работы конструкции по [3],принимаемый равным 1.

Требуемый момент сопротивления определяется из условия прочности по нормальным напряжениям[1]

$$W_{x,0} \geq \frac{M_{x.max}}{c_{1x} \cdot \beta \cdot R_y \cdot \gamma_c}, \quad (1.3)$$

где c_{1x} - коэффициент, учитывающий наличие пластических деформаций (для прокатных двутавров равный 1,1);

β – коэффициент, принимаемый равным 1;

R_y – расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию и изгибу по пределу текучести, для стали С245 равный 24 Н/см^2;

γ_c – коэффициент условий работы конструкции по[1], принимаемый равным 1.

$$W_{x,0} \geq \frac{109569}{1{,}1 \cdot 1 \cdot 35 \cdot 1} = 28{,}459 \text{ м}^3.$$

$$\frac{1095{,}69}{1{,}1 \cdot 1 \cdot 28{,}459 \cdot 35 \cdot 1} = 0{,}834 < 1$$

Прочность по нормальным напряжениям обеспечена с запасом 16,7%.

Проверка устойчивости выполняется как для центрально сжатого элемента сплошного сечения по [2]

$$\frac{N}{\varphi \cdot A_{ef} \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1, \quad (1.4)$$

где φ – коэффициент устойчивости при центральном сжатии, определяемый по [2]

$$\frac{243{,}486}{0{,}917 \cdot 11{,}94 \cdot 35 \cdot 1} = 0{,}634 < 1.$$

Устойчивость обеспеченасзапасом 36,4%.

Проверка жесткости выполняется по формуле

$$\frac{f_{max}}{l} \leq \left[\frac{f_u}{l}\right] \quad (1.5)$$

где $\left[\frac{f_u}{l}\right] = \frac{1}{233}$

f_{max} - максимальный прогиб от действия нормативной нагрузки, определяемый по формуле

$$f_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_n \cdot l^4}{E \cdot J_x}, \quad (1.6)$$

$$f_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{27{,}054 \cdot 10^{-2} \cdot 18^4 \cdot 10^8}{2{,}06 \cdot 10^4 \cdot 5{,}59 \cdot 10^4} = 1{,}082 \text{ см}.$$

$$\frac{1{,}082}{1800} = \frac{1}{562} < \frac{1}{233}$$

Условие жесткости выполняется, жесткость обеспечена.

Принятое сечение фермы удовлетворяет требованиям по прочностиижесткости.

Трудозатраты на монтаж стальной фермы покрытия определяются по формуле

$$Q = \frac{H_{\text{вр}} \cdot V_{\text{р}}}{8}, \text{где}$$

где $H_{вр}$– норма времени расценки на выполнение работы, принимается по т.2 ЕНиР 5-1-3 и равняется 4,057 чел.-час

$V_р$ – объем работ для выполнения, принимается равным 2 (так как ферма поступает на строительную площадку отправочными марками в количестве 2 штук)

$$Q = \frac{4{,}057 \cdot 2}{8} = 1{,}01 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

2) Ж/б решетчатая балка покрытия прямоугольного сечения (марка по серии 1.462-3 – 1БДР 18-1)

Пролет: L= 18 м.

Габаритная высота: H = 1,64 м

Вес конструкции: m= 8400кг.

Допускаемая расчетная нагрузка:q = 143,482 кН/м

Фактическая нагрузка действующая на конструкцию:q =18,29кН/м

Расчетный изгибающий момент определяется по формуле

$$M_{x,max} = \frac{q \cdot l^2}{8}, \quad (1.7)$$

$$M_{x,max} = \frac{18{,}29 \cdot 18^2}{8} = 740{,}75 \text{кН·м} = 76626 \text{ кН·см.}$$

Максимальная поперечная сила определяется по формуле

$$Q_{max} = \frac{q \cdot l}{2}, \quad (1.8)$$

$$Q_{max} = \frac{18{,}29 \cdot 18}{2} = 170{,}28 \text{кН.}$$

Расчет по прочности сечений изгибаемых элементов производят из условия

$$M_{x,max} \leq M_{ult},$$

где $M_{x,max}$ – изгибающий момент от внешней нагрузки;

M_{ult} – предельный изгибающий момент от внешней нагрузки, который может быть воспринят сечением элемента.

Значение M_{ult} принимается согласно значениям таблицы несущей способности элементов балки из серии 1.462-3. Тогда

$$M_{ult} = 982{,}59 \text{ кН·м}$$

Проверим условие

$$740{,}75 \text{кН·м} \leq 982{,}59 \text{ кН·м.}$$

Условие выполняется. Прочность балки по нормальным сечениям обеспечена.

Проверка прочности по наклонным сечениям выполняется из условия

$$Q_{max} \leq Q_{b,min}$$

где Q_{max} – максимальная поперечная сила, кН;

$Q_{b,min}$ – минимальное поперечное усилие, которое может быть воспринято бетоном, кН.

Значение □□,□□□ принимается согласно значениям таблицы несущей способности элементов балки из серии 1.462-3. Тогда

$$Q_{b,min} = 323{,}62 \text{ кН}$$

Проверим условие

$$170{,}28\text{кН.} \leq 323{,}62 \text{ кН}$$

Условие выполняется. Прочность балки по наклонным сечениям обеспечена.

Проверка жесткости выполняется по формуле

$$\frac{f_{max}}{l} \leq \left[\frac{f_u}{l}\right] \qquad (1.9)$$

где $\left[\frac{f_u}{l}\right] = \frac{1}{233}$

f_{max} - максимальный прогиб от действия нормативной нагрузки, определяемый по формуле

$$f_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_n \cdot l^4}{E \cdot J_x}, \qquad (1.10)$$

$$f_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{18{,}92 \cdot 10^{-2} \cdot 18^4 \cdot 10^8}{3{,}25 \cdot 10^4 \cdot 73{,}515 \cdot 10^4} = 3{,}211 \text{ см.}$$

$$\frac{3{,}211}{1800} = \frac{1}{665} < \frac{1}{233}$$

Условие жесткости выполняется, жесткость обеспечена.

Принятое сечение балки удовлетворяет требованиям по прочностиижесткости.

Трудозатраты на монтаж балки покрытия определяются по формуле

$$Q = \frac{H_{вр} \cdot V_р}{8}, \text{где}$$

где $H_{вр}$– норма времени расценки на выполнение работы, принимается по т.4ЕНиР4-1-6 и равняется 9,5 чел.-час

$V_р$ – объем работ для выполнения, принимается равным 1

$$Q = \frac{9{,}5 \cdot 1}{8} = 1{,}25 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

Таким образом, можно сделать вывод, что для конструкции покрытия здания предпочтительно выбрать стальную ферму покрытия. Так как она обладает большим количеством преимуществ по сравнению с железобетонной балкой. Стальная ферма же обеспечивает допустимые значения запасов по прочности и жесткости. По продолжительности монтажа конструкций, выполнение работ по установке фермы занимает меньшее время, чем у балки. Также транспортировка фермы осуществляется проще, так как она приезжает на строительную площадку двумя отправочными марками одинаковой длины.

Список литературы

1. СП 16.13330.2017 «СНиП II-23-81* Стальные конструкции» (Приказ Минстроя России от 27 февраля 2017 г. № 126/пр)

2. СП 294.1325800.2017 «Конструкции стальные. Правила проектирования»

3. СП 20.13330.2016.Свод правил.Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*" (утв. Приказом Минстроя России от 03.12.2016 N 891/пр) (ред. от 30.12.2020)

4. СП 63.13330.2018 — «СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения».

5. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс / В.Н. Байков, Э.Е.Сигалов.–М.:Стройиздат,2019.–576с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА ЧЕРЕЗ СИСТЕМНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ РИСКАМИ И РЕСУРСАМИ

Бероева Е.А., канд. пед. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Динамика современной экономики и ужесточение требований в секторе дорожного строительства актуализируют задачу поиска новых резервов роста эффективности. Традиционные подходы к организации дорожно-строительного производства, основанные на жесткой регламентации и реагировании на уже возникшие проблемы, демонстрируют свою ограниченность в условиях роста цен на материалы и дефицита квалифицированных кадров. Следствием являются срывы сроков, перерасход бюджетов проектов, конфликты между участниками проекта, что в результате ведет к снижению инвестиционной привлекательности отрасли.

Актуальность проблемы обусловлена отсутствием целостной методологии, которая рассматривала бы управление организационными рисками и управление материально-техническими, трудовыми и временными ресурсами как единый, взаимосвязанный процесс. Разрыв между плановыми показателями, рассчитанными на основе государственных сметных нормативов (ГЭСН), и реальным ходом работ приводит к принятию управленческих решений на устаревшей или неполной информации.

Разработка и научное обоснование такой системной модели управления, ключевым элементом которой выступает цифровой контур, обеспечивающий непрерывный цикл «планирование-мониторинг-корректировка» является решением поставленных вопросов. Данный подход состоит в интеграции данных независимого строительного контроля (сюрвейерских услуг) и требований актуальной сметно-нормативной базы (ГЭСН) в процесс динамической оптимизации календарного плана.

Управление проектом в дорожно-строительном производстве традиционно фокусируется на триаде «сроки-стоимость-качество». Однако в основе отклонений по этим параметрам лежат организационные риски – потенциальные события или условия, которые в случае их наступления негативно влияют на достижение целей проекта [1]. В специфике дорожного строительства к ним относятся не только непредвиденные обстоятельства, но и повседневные угрозы: ошибки в проектной документации, несоответствие грунтовых условий, сбои в логистике поставок, низкая дисциплина субподрядчиков, технологические нарушения.

В то же время, управление ресурсами зачастую сводится к составлению статичных ведомостей и графиков, слабо учитывающих вероятностный характер строительного производства. Разрыв между плановыми показателями,

рассчитанными на основе государственных сметных нормативов (ГЭСН), и реальным ходом работ приводит к принятию управленческих решений на устаревшей или неполной информации. Таким образом, повышение эффективности возможно лишь при переходе к проактивной модели, где данные о ресурсах и рисках непрерывно сопоставляются и анализируются в единой системе.

Предлагаемая модель реализуется в виде непрерывного цикла, адаптированного для дорожного строительства и состоящего из трех последовательных этапов.

1 этап. Планирование.

Исходной точкой является детальная Структурная декомпозиция работ (СДР) [2], где каждый элементарный технологический процесс определяется комплексом параметров:

- Нормативный ресурсный профиль.

Нормативный ресурсный профиль рассчитывается на основе актуальных норм ГЭСН Сборника 27 «Автомобильные дороги» [3] (трудоемкость в чел.-часах, потребность в машино-часах, объем материалов). Для специальных работ, не учтенных в отраслевом сборнике, привлекаются нормы других Сборников, например ГЭСН 01 «Земляные работы» [4].

- Карта приоритетных рисков.

Параллельно для каждой работы формируется карта приоритетных рисков. В дорожно-строительной отрасли риски носят комплексный характер (Таблица 1) [5].

Таблица 1 - Риски дорожно-строительной отрасли

Вид риска	Комментарии, обоснование
Чистые риски	непредвиденные ситуации при осуществлении производственного процесса, могут принести незапланированные расходы и ущерб
Природные риски	одна из особенностей производственного процесса — высокая степень зависимости от погодных условий
Экологические риски	возможность нанести вред окружающей среде в ходе производственного процесса
Политические риски	зависимость от государственных инвестиций и административных решений на уровне руководства регионов
Коммерческие риски	возможность непредвиденных расходов в связи с финансово-хозяйственной деятельностью
Транспортные риски	нарушение сроков поставки материалов и комплектующих, повреждение рабочей техники при транспортировке
Производственные риски	нарушение производственного процесса

Вид риска	Комментарии, обоснование
Торговые риски	возможность изменения цен поставщиков материалов и оборудования, задержка платежей от партнеров, недопоставка материалов и комплектующих
Финансовые риски	невыполнение финансовых обязательств
Кредитные риски	невозможность выполнения обязательств по кредитам
Инфляционные риски	изменение покупательной способности денег при долгосрочных контрактах
Валютные риски	в случае заключения договоров с оплатой в валюте, закупке материалов, оборудования в валюте
Инновационные риски	появляются в случае применения инновационных разработок в производственном процессе

Ключевая задача этапа планирования - не просто перечислить их, а количественно оценить влияние каждого типа риска на ресурсный профиль работы.

Природные и экологические риски (погода, вред экологии) напрямую влияют на календарный план и выбор технологий, что должно быть заложено в резервы времени и учтено в проекте организации строительства по СП 34.13330.2021 [2].

Производственные и транспортные риски (срыв графика, поломка техники, логистика) воздействуют на график потребности в механизмах и материалах, рассчитанный на основе ГЭСН [3,4].

Коммерческие и финансовые риски (рост цен, инфляция) требуют создания финансовых резервов и механизмов хеджирования в сметной документации.

Дополнительно необходимо отметить, что особенностью дорожно-строительных проектов (портфелей проектов) является глубокая проработка технологических процессов, а также процессов материально - технического обеспечения в организационно-технической документации. Ведущие ученые и исследователи в своих работах отмечают, что на сегодняшний день технологии позволяют создать цифровой проект организации строительства и цифровой проект производства работ [6,7].

Результатом этапа становится не просто календарный план, а цифровая информационная модель проекта, где работы, ресурсы (по нормам ГЭСН) и риски взаимосвязаны.

2 этап. Мониторинг.

Мониторинг представляет собой сбор данных в реальном времени для сравнения с плановой моделью. На стадии реализации ключевую роль играют современные средства мониторинга:

- геодезические дроны и лазерное сканирование для контроля объемов земляных работ и соблюдения геометрии;

- датчики на строительной технике для учета моточасов, расхода ГСМ и

предотвращения простоев;

- мобильные платформы для оперативного ввода данных прорабами (акты выполненных работ, фотофиксация операционного контроля качества).

Особое значение в мониторинге имеет интеграция в контур данных независимого строительного контроля (сюрвейера), что гарантирует объективность информации по качеству материалов и соответствию технологическим регламентам.

Полученные фактические данные автоматически сопоставляются с плановыми значениями цифровой модели. Система производит расчет отклонений по критериям:

·- отклонение по срокам;

·- отклонение по стоимости/ресурсам;

·- отклонение по качественным показателям.

Любое значимое отклонение трактуется как сигнал о реализации одного из идентифицированных рисков и служит основанием для актуализации карты рисков.

3 этап. Корректировка и оптимизация.

На основе анализа принимаются обоснованные управленческие решения, направленные на минимизацию последствий реализовавшихся рисков:

- перераспределение ресурсов между захватками или специализированными отрядами;

- корректировка технологических процессов (например, применение добавок для укладки асфальта при пониженных температурах);

- активация резервов времени или бюджета, заложенных на этапе планирования.

Все изменения вносятся в цифровую модель, и цикл управления повторяется, обеспечивая непрерывную адаптацию проекта к изменяющимся условиям.

Представленная модель системного управления, основанная на интеграции риск-менеджмента [8] и управления ресурсами в единый цифровой контур, предлагает путь к переходу от реактивной к проактивной парадигме в дорожно-строительном производстве. Разработанный алгоритм позволяет перейти от ликвидации последствий нештатных ситуаций к их предупреждению, что напрямую влияет на сокращение сроков, снижение стоимости и повышение финансовой устойчивости подрядных организаций.

Ключевыми условиями ее успешной реализации являются:

1. Формирование цифровой культуры и компетенций на всех уровнях управления проектом.

2. Развитие отраслевых стандартов данных, обеспечивающих совместимость различных информационных систем (BIM-платформы, системы управления ресурсами, отчеты сюрвейерского контроля).

3. Постоянное обучение инженерно-технических работников методам работы в условиях цифровой среды и управления на основе данных.

Внедрение данного подхода позволит существенно снизить

транзакционные издержки при запуске новых проектов и повысить предсказуемость их результатов, что является критически важным фактором для устойчивого развития транспортной инфраструктуры.

Список литературы

1. Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). – 7th Edition. – 2021.

2. Свод правил СП 34.13330.2021 "СНиП 2.05.02-85* Автомобильные дороги" (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 9 февраля 2021 г. N 53/пр)/ Электронный ресурс. – Режим доступа: https://base.garant.ru/400492219/?ysclid=mkc7p7f0zb698735112

3. ГЭСН 81-02-27-2020 СМЕТНЫЕ НОРМЫ НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ Сборник 27. Автомобильные дороги. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://fgiscs.minstroyrf.ru/frsn/standard2020/652ddc6c-9d32-4b5a-a164-6f8cc24882d2#652ddc6c-9d32-4b5a-a164-6f8cc24882d2

4. ГЭСН 81-02-01-2020 СМЕТНЫЕ НОРМЫ НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ Сборник 1. Земляные работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://fgiscs.minstroyrf.ru/frsn/standard2020/aee53aff-04c6-42e3-8a2c-e22cf2315df9

5. Кондаков, Д. И. Выявление и описание рисков дорожно-строительной отрасли / Д. И. Кондаков. // Молодой ученый. — 2023. — № 26 (473). — С. 84-86.

6. Боброва, Т.В. Актуализация параметров информационной модели дорожно-строительного потока при разработке проекта производства работ // Вестник СибАДИ. 2022. №6 (88). С 916 – 926.

7. Седукин, С.О. Описание модели формирования рисков в управлении проектами (портфелями проектов) в дорожном строительстве в условиях цифровой трансформации и ограниченности использования ресурсов // ЕГИ. 2025. №1 (57).

8. ГОСТ Р 56275-2014 «Менеджмент рисков. Руководство по менеджменту риска проекта». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200118641?ysclid=mkc8tbqqkl22205068

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

Блинкова Ю.В., канд. архитектуры,
Гурьева В.А, д-р техн. наук, профессор, доцент, Пивкин И.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Характерной чертой развития отечественного и зарубежного строительства является расширение вариантов стеновых конструкций: использование не только традиционных, капитальных стеновых трехслойных конструкций, но и альтернативных легких сэндвич-панелей для увеличения темпов возведения зданий и сооружений. Выбор типа стенового ограждения существенно влияет на технологические процессы, комфорт работников, энергетическую эффективность и экономические показатели предприятия. Сравнение эффективности двух наиболее распространенных типов стеновых ограждений обусловлено необходимостью оптимизации выбора стройматериалов, обеспечивающих минимальные затраты и при сохранении высоких показателей, и является актуальной задачей современной науки.

Ключевые слова: трехслойная стеновая панель, сэндвич-панель,

Трехслойные бетонные навесные стеновые панели представляют собой современные строительные конструкции, состоящие из трех слоев: наружного и внутреннего слоя из бетона и среднего утеплителя. Разрез панели показан на рисунке 1.

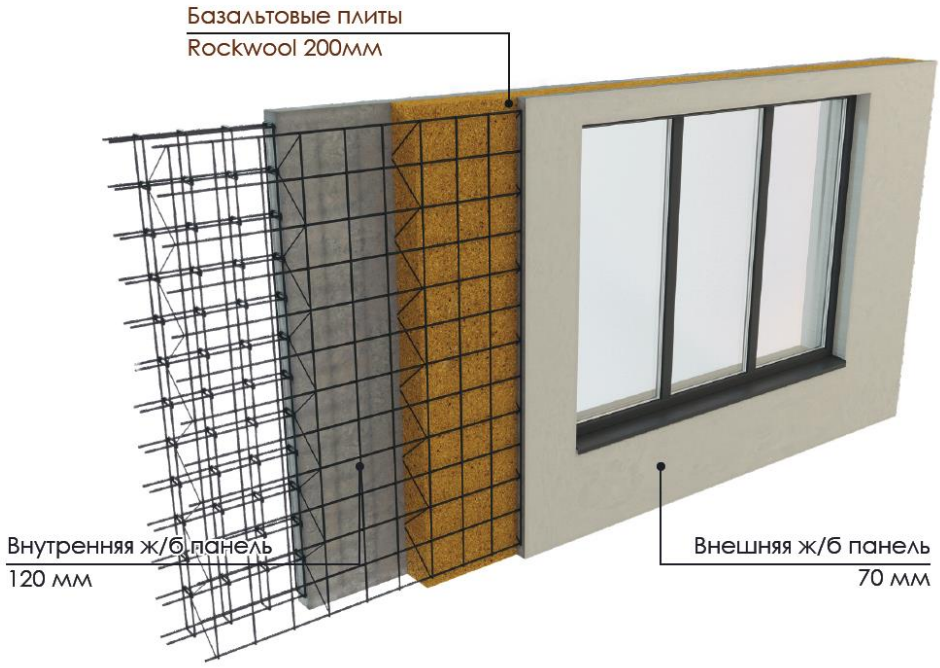


Рисунок 1 – Трехслойная стеновая панель

Они активно применяются в возведении производственных зданий благодаря своим уникальным свойствам [4]:

– Высокой тепловой эффективности: панели характеризуются высокими показателями теплоизоляции благодаря специальному внутреннему слою утеплителя (пенопласт, минеральная вата и др.). Это позволяет снизить теплопотери и экономить энергию на отоплении.

– Долговечности: бетон обладает высокой механической прочностью и устойчивостью к воздействию агрессивных сред, что увеличивает срок службы здания и снижает затраты на ремонт.

– Огнестойкости: внешние слои выполнены из бетона, который обладает высокой огнестойкостью и защищает внутренний утеплитель от возгорания, повышая пожарную безопасность конструкции.

– Быстрая скорость монтажа: готовые заводские панели позволяют сократить сроки строительства, поскольку процесс сводится к сборке готовой конструкции, что значительно ускоряет ввод объекта в эксплуатацию.

– Хорошей акустической изоляции: внутренний утеплительный слой эффективно гасит звуковые волны, создавая комфортные условия для работы в помещении.

– Повышенной стойкости к механическим повреждениям: наружный и внутренний слои бетона защищают внутреннюю структуру панели от случайных ударов и повреждений.

Недостатками стеновых трехслойных панелей являются [4]:

– Относительно высокая масса: больший вес панелей по сравнению с аналогичными облегчёнными конструкциями (например, сэндвич-панелями) создает дополнительную нагрузку на фундаменты и несущие конструкции здания.

– Необходимость квалифицированного подхода к установке: несмотря на простоту монтажа, неправильная установка или нарушение технологического процесса могут ухудшить теплозащитные свойства панелей.

– Высокие начальные инвестиции: хотя долгосрочная экономия очевидна, первоначально затраты на приобретение и транспортировку массивных панелей могут оказаться значительными.

– Ограниченная гибкость дизайна: геометрия и размеры панелей определяются возможностями завода-изготовителя, что ограничивает архитектурные возможности проектировщика.

– Трудности транспортировки и хранения: габаритные размеры и большой вес панелей создают трудности при доставке и хранении, что повышает логистические затраты.

Стеновые сэндвич-панели состоят из двух тонких металлических листов и расположенного между ними слоя утеплителя (чаще всего минвата, пенополиуретан или пенопласт). Разрез конструкции показан на рисунке 2.

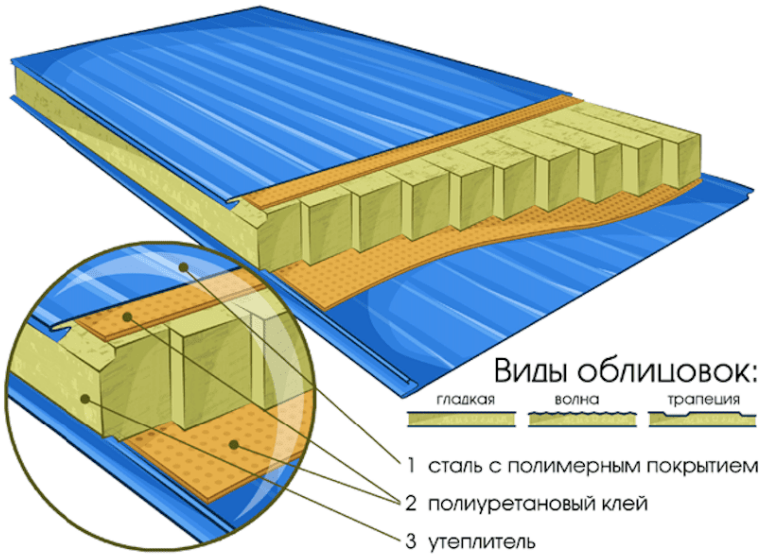


Рисунок 2 – Стеновая сэндвич-панель

Стеновые сэндвич-панели получили широкое распространение в современном строительстве производственных зданий благодаря ряду уникальных свойств [7]:

– Легкость и быстрота монтажа: легкость конструкции позволяет ускорить строительный цикл, сокращая временные и финансовые затраты на сооружение здания. Монтаж возможен силами небольшой бригады без привлечения тяжелой техники.

– Теплоизоляция и энергосбережение: высокие теплотехнические характеристики (низкая теплопроводность утеплителя) способствуют значительной экономии энергии на отопление и кондиционирование помещений.

– Простота модификации и реконфигурации: панели легко демонтируются и повторно устанавливаются, позволяя быстро менять конфигурацию здания при изменении технологических процессов или производственной структуры.

– Эффективная звукоизоляция: многослойная структура сэндвич-панелей способствует снижению уровня шума, что улучшает рабочие условия и повышает производительность сотрудников.

– Экономичность: низкая себестоимость панелей и отсутствие потребности в сложных отделочных работах делают этот вариант экономически выгодным выбором.

– Эстетика и разнообразие цветов: широкий ассортимент декоративных покрытий и оттенков позволяет придать зданию привлекательный внешний вид и интегрировать его в окружающее пространство.

– Коррозионная стойкость: современные защитные покрытия металлических листов обеспечивают длительную защиту от коррозии, увеличивая срок службы конструкции.

– Огнестойкость: большинство утеплителей имеют класс пожарной опасности НГ (негорючий), что повышает уровень безопасности зданий.

При таком внушительном списке достоинств, сэндвич-панели обладают и рядом недостатков [7]:

– Низкая ударопрочность: тонкие наружные листы подвержены механическим повреждениям, царапинам и проколам, что снижает эстетику и нарушает герметичность.

– Проблемы с качеством стыков: негерметичные стыки приводят к образованию мостиков холода и проникновению влаги внутрь конструкции, вызывая проблемы с теплоизоляцией и биологическое поражение утеплителя.

– Недостаточная устойчивость к ультрафиолету: некоторые виды декоративного покрытия подвержены выгоранию и потере цвета под воздействием солнечных лучей.

– Хрупкость утеплителя: пенопласты и минеральные волокна чувствительны к влаге и механическим ударам, что сокращает срок службы и вызывает потерю теплосберегающих качеств.

– Плохая паропроницаемость: плотные внутренние слои затрудняют выход пара наружу, что может вызвать накопление влаги и образование плесени внутри панелей.

В рамках проведенной научной работы был выполнен теплотехнический расчет ограждающих конструкций из стеновой железобетонной панели и сэндвич-панели согласно [1, 2] для строительства промышленного здания в городе Оренбурге при относительной влажности воздуха $\varphi_в$=55% и расчетной средней температуре внутреннего воздуха здания: $t_в$=20°С. Толщина сэндвич-панели принята 120 мм, а общая толщина стеновой железобетонной панели – 250 мм, при толщине утеплителя 100 мм.

В результате расчета было установлено, что величина приведённого сопротивления теплопередаче стеновой железобетонной панели $R^0_{г\ стеновая}$=2.47м^2×°С/Вт, а величина приведённого сопротивления теплопередаче сэндвич-панели $R^0_{г\ сэндвич}$=2.84м^2×°С/Вт, что на 13,1 % выше. Из этого можно сделать вывод, что в климатических условиях города Оренбурга сэндвич-панели показывают большую эффективность при сопротивлении теплопередачи, при меньшей толщине конструкции.

На момент конца 2025 года рыночная стоимость трехслойной бетонной панели составляла 6057,14 рублей за 1м^2, а рыночная стоимость сэндвич-панели - 2831 рублей за 1м^2 [8]. Таким образом, стоимость 1м^2 сэндвич-панели ниже стоимости 1м^2 трехслойной железобетонной панели на 3226,14 рубля, что составляет разницу в 53,3%.

Графические результаты данного сравнения приведены на рисунке 3, из которого видно, что сэндвич-панели при меньшей толщине и стоимости, обладают большим сопротивлением теплопередаче, что делает их применение более эффективным в стеновых конструкциях промышленных зданий.

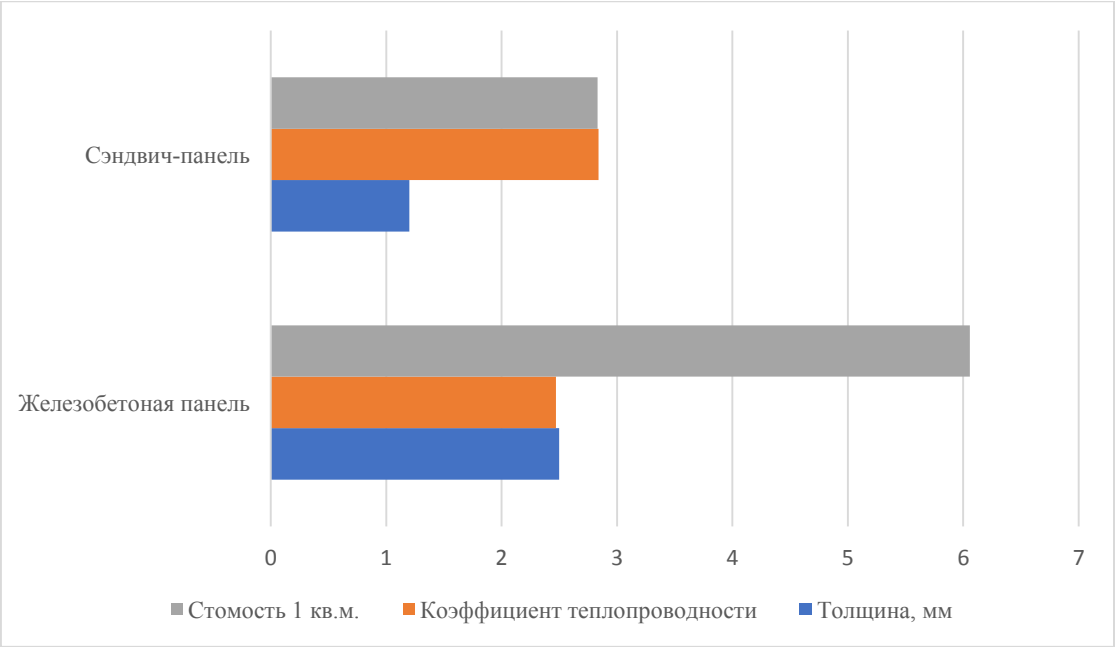


Рисунок 3 – Сравнение толщины стеновой конструкции и сопротивления теплопередачи

Для расчета годового экономического эффекта применения данных двух вариантов стеновой конструкции применяли методику НИИЖБ [9]. Результат сравнения технико-экономической эффективности применения рассмотренных стеновых ограждений площадью 100 м^2 представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнение технико-экономической эффективности

Показатели	Ед. изм.	Ж\б панель	Сэндвич панель
1	2	3	4
Проектный объем внедрения (A_2)	100 м^2	-	1
Срок службы панелей (T_1; T_2)	годы	80	50
Капитальные вложения в производство используемых строительных материалов (K_1; K_2)	т.руб.	605,714	283,1
Приведенные затраты на изготовление и транспортирование используемых материалов ($З_1$; $З_2$)	руб.	2995	1940
Приведенные затраты на монтаж стеновых панелей на стройплощадке (без стоимости изготовления материалов) ($З_{C1}$; $З_{C2}$)	руб./1м^2	3200	1200

Среднегодовые затраты на текущий ремонт панелей на 100м^2 (C_{TP1}; C_{TP2})	т.руб.	4,175	5,05

По данным таблицы 1 можно сделать вывод, что при использовании стеновых сэндвич-панелей годовой экономический эффект составит 4234 руб. на 1 м^2 поверхности пола. Кроме того, экономия материалов при покупке 1 м^2 3226,14 руб. Это на 53,3 % ниже стоимости 1м^2 железобетонной стеновой панели.

В результате проведенного исследования были выявлены существенные различия между двумя основными видами стеновых ограждений производственных зданий — трехслойными бетонными панелями и стеновыми сэндвич-панелями. Каждый из этих вариантов обладает своими преимуществами и недостатками, определяющими целесообразность их применения в различных условиях. Анализ показал, что трехслойные панели характеризуются высоким сроком службы, высокой стоимостью и высокой сложностью монтажа по сравнению с сэндвич панелями. Это обстоятельство становится критическим фактором при строительстве объектов. Отсюда было принято обоснованное решение отдать предпочтение сэндвич-панелям, которые демонстрируют значительную экономическую привлекательность за счёт затрат на монтаж и закупку панелей. Сэндвич панели позволяют обеспечить требуемый уровень надёжности и долговечности здания.

Проведённое исследование показало, что правильный подбор материала позволит построить эффективное и надёжное производственное здание, удовлетворяющее поставленным задачам и экономическим интересам застройщика.

Список литературы

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Москва, Минрегион России, 2024. С.–76.

2. СП 131.13330.2025 Строительная климатология" Актуализированная редакция "СНиП 23-01-99*. Москва, Минрегион России, 2024. С.– 272.

3. ГОСТ 32603-2012. Панели стеновые бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий. Общие технические условия. Москва, Стандартинформ, 2013. С.– 47.

4. Ахремчик, О.Л. Современные фасадные системы. Учебное пособие. Минск: Высшая школа, 2010.С-56.

5. Гончаров Д.А. Технология возведения зданий и сооружений из сэндвич-панелей // Вестник МГСУ. 2017. № 1. С. 65-73.

6. Демченко Ю.Н. Сравнительный анализ способов утепления стеновых ограждений // Строительство и архитектура. 2015. № 3. С. 35-41.

7. Кирсанов С.С. Эффективность применения сэндвич-панелей в строительстве производственных зданий // Архитектура и строительство. 2018. № 2. С. 56-63.

8. Савинкин В.И. Современные тенденции развития ограждающих конструкций в строительстве // Сборник научных трудов молодых ученых. Волгоград, ВолгГАСУ, 2019. С. 143-148.

9. Скворцов И.П., Егоров А.Ю. Проектирование и строительство ограждающих конструкций производственных зданий. Учебное пособие. Екатеринбург: УрГУПС, 2016. С.-140.

10. Яковлев, В.Б. Применение сэндвич-панелей в строительстве хозяйственно-производственных зданий // Строительство и реконструкция. 2019. № 4. С. 78-85.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕТОНА В КОНСТРУКЦИЯХ СПОРТИВНО-ЗРЕЛИЩНОГО ЗДАНИЯ

Блинкова Ю.В., канд. архитектуры, доцент,
Гурьева В.А, д-р техн. наук, профессор, Блинков А. С.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В настоящее время среди строительных материалов, как и прежде, одно из основных мест занимает бетон, который классифицируется по свойствам, структуре, области применения в строительстве. При проектировании зданий инженеры-конструкторы, опираясь на современные научные исследования в области материаловедения, выбирают требуемый вид бетона. В статье приведены результаты расчета и конструирования основных конструкций спортивно-зрелищного здания, расположенного в г. Гае. Так как объект возводится по индивидуальному проекту и является уникальным, то выбор бетона, из которого предполагается монтаж стен и перегородок по технологии монолитного домостроения, - одна из важнейших задач, решение которой должно быть научно-обоснованно.

Ключевые слова: тяжелый бетон, пенобетон, светопрозрачный бетон, плотность, коэффициент теплопроводности, морозостойкость, стоимость

Для эффективного применения различных видов бетона в конструкциях здания проведен анализ комплекса свойств материалов по разработанной методологии исследования, приведенной на рисунке 1.

1. Изучить нормативную и научно-техническую литературу, определяющих требования к строительным материалам, в том числе к бетонам, для зданий с массовым пребыванием людей

2. Провести сравнительный анализ и обосновать выбор трёх видов бетона для исследования по комплексу выявленных свойств с учётом специфических требований к материалам зданий для массовых мероприятий (безопасность, долговечность, комфорт)

3. На основе сравнительного анализа определить наиболее приемлемый вид бетона для основных конструктивных элементов (несущие колонны, перекрытия, ограждающие конструкции) и сформулировать рекомендации по его целесообразному применению.

Рисунок 1 - Методология исследования

В качестве основных видов бетона, выбраны следующие:

1. Тяжелый бетон: основной материал в производстве конструкционных элементов абсолютного большинства зданий. Изучение его свойств необходимо как база для дальнейшего сравнения.
2. Пенобетон: представитель особо легких бетонов, характеризуется высокими теплоизоляционными свойствами, широко используется для возведения конструкций стен, перегородок.
3. Светопрозрачный бетон: инновационный отделочный и конструкционно-отделочный материал, представляет интерес для создания уникальной эстетики

В качестве сравнительных характеристик выбраны: плотность, прочность при сжатии и изгибе, коэффициент теплопроводности, морозостойкость, стоимость.

На первом этапе выполнено сравнение плотности выбранных типов бетонов.

Верхний предел плотности для тяжелого бетона считается ρ=2500 кг/м³ (рисунок 2). Такая плотность обеспечивает высокую механическую прочность (до 50 МПа и выше), поэтому данный тип бетона эффективен для изготовления несущих конструкций: фундаментов, стен, колонн, балок.

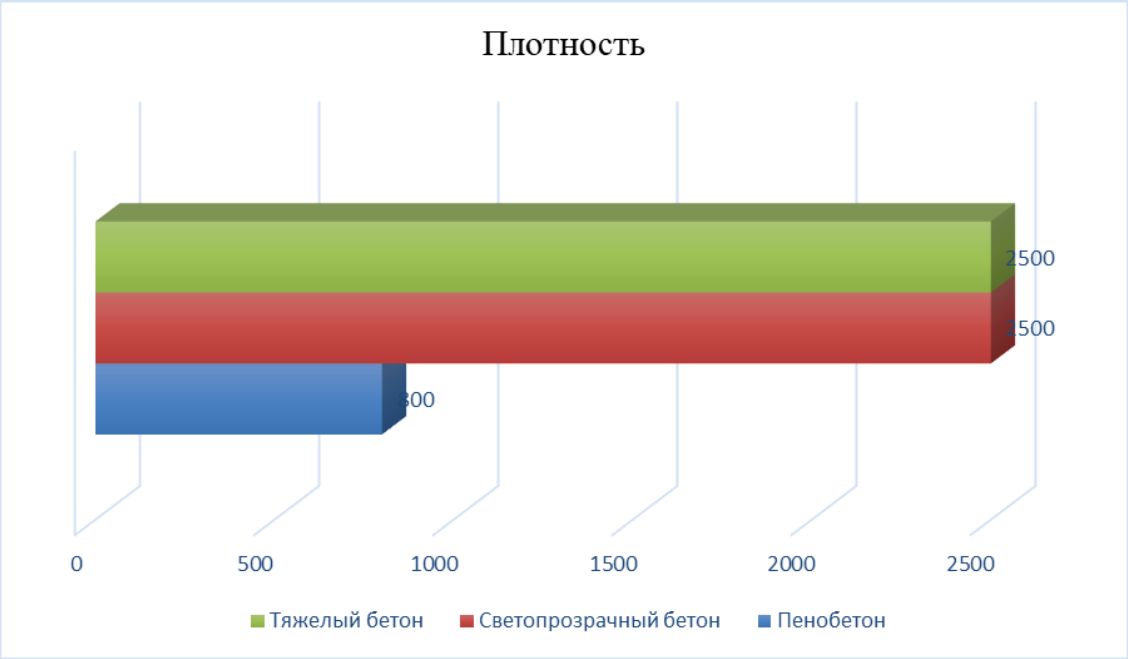


Рисунок 2 – Диаграмма сравнения плотностей бетонов

Пенобетон — особо лёгкий бетон, отличающийся ячеистой структурой, что обеспечивает плотность в диапазоне до 500 кг/м³, в зависимости от состава и технологии изготовления может быть увеличена до 800 кг/м³ (рисунок 2). Основное отличие данного бетона в том, что ввод пенообразователей определяет формирование в структуре бетона множество мелких замкнутых ячеек, заполненных сухим воздухом, которые снижают общую массу материала и обеспечивают высокие теплоизоляционные свойства, но низкие прочностные

показатели. Таким образом, пенобетон следует использовать в конструкциях, для которых требуются повышенные теплоизоляционные свойства и небольшая масса – внутренние стеновые блоки, утепленные перегородки, заполнения пространства между элементами каркаса, в том числе наружные стены.

Светопрозрачные бетоны характеризуются плотностью, близкой к тяжелому бетону (около 2000—2500 кг/м³), являясь по сути таковым (рисунок 2). В его составе могут сочетаться тяжелые бетонные основы с легкими вставками. Однако, при вводе в состав бетонной смеси элементов, пропускающих свет в виде волокон, прозрачных стеклянных гранул, которые занимают часть объема бетона, эффективно снижается его плотность. Важным фактором при этом является степень распределения дополнительных компонентов в объеме бетонной смеси, что определяет формирование структуры и баланс физических оптических свойств светопрозрачного бетона. Такой бетон эффективно использовать в виде декоративных конструкций и элементов для решения архитектурных, дизайнерских задач.

Конструктивная схема зданий для проведения спортивно-массовых мероприятий преимущественно – каркасная. Согласно [4] стандартно тяжелый бетон для производства несущих конструкций характеризуется пределом прочности при сжатии от 25 до 40 МП, предел прочности при изгибе — примерно от 2 до 5 МПа. Поэтому далее проведено сравнение теплопроводности для выбранных видов бетона.

В среднем, тяжелый бетон характеризуется коэффициентом теплопроводности в диапазоне от 1,7 до 2,2 Вт/м×°С, что обусловлено плотной структурой и низким содержанием пор (рисунок 3). Такой бетон хорошо проводит тепло в сравнении с теплоизоляционными материалами, поэтому его эффективно использовать в несущих конструкциях, с теплоизоляцией в дальнейшем фасадов.

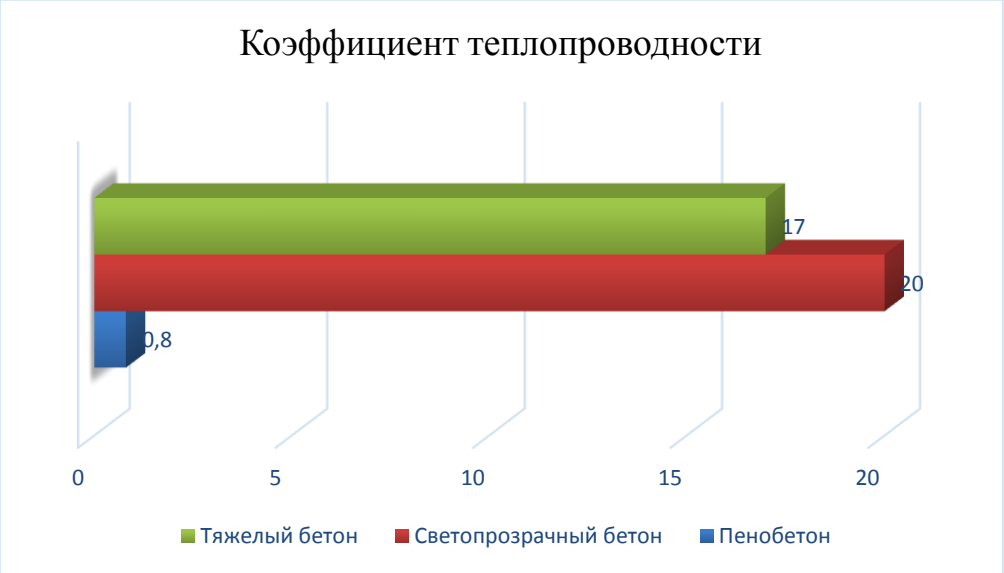


Рисунок 3 – Диаграмма сравнения коэффициента теплопроводности бетонов

Пенобетон по типу структуры — ячеистый материал с высокой пористостью, коэффициентом теплопроводности в диапазоне 0,10—0,25 Вт/м×°С рисунок 3). В зависимости от структуры пенобетон различают: теплоизоляционно- конструкционный, ρ = 400—600 кг/м³, λ = 0,12—0,15 Вт/м×°С; конструкционно - теплоизоляционный ρ = 600-800 кг/м³, λ = 0,2-0,25 Вт/м×°С. Высокая теплоизоляционная способность бетона благодаря ячеистой структуре определяет эффективность его использование как теплоизоляционный материал для стен, крыш и перегородок.

Светопрозрачные бетоны — это разновидности тяжелого или легкого бетона с добавками, повышающими светопроводность. В зависимости от особенностей технологии, если базовая структура — тяжелый бетон, то коэффициент теплопроводности находится в диапазоне 1,7—2,2 Вт/м×°С рисунок 3). В случаях, когда присутствуют световолоконные вставки или структурные пористые материалы, значение может снижаться или оставаться примерно таким же. Добавление световолокон внутри конструкции существенно не влияет на теплопроводность, но может уменьшить плотность и, следовательно, и коэффициент теплопроводности.

Для конструкций, работающих в условиях контакта с окружающей средой к числу основных показателей, относится морозостойкость.

В нормативных документах [10] в зависимости от климатических условий рекомендуется использовать для производства ограждающих конструкций: тяжелый бетон с маркой по морозостойкости F100—F300, для конструкций, эксплуатируемых в климатических условиях средней сложности, - тяжелый бетон марок F100—F200, в условиях сурового климата (например, в северных регионах) требуется F300 и выше (рисунок 4). Морозостойкость зависит от наличия и размеров пор, влажности, состава заполнителей. Прирост влажности, пористости ведет к снижению морозостойкости. Технология производства, применение пластифицирующих и водоотталкивающих добавок повышают морозостойкость.

Высокая пористость пенобетона существенно снижает его сопротивление замораживанию и оттаиванию до F30—F50 (рисунок 4). В некоторых случаях, в условиях хорошей влагоизоляции и при низкой влажности среды, морозостойкость пенобетонных изделий может быть чуть выше, но в целом пенобетон уступает по морозостойкости тяжелому бетону. При замораживании вода, проникая внутрь структуры изделия, расширяется, вызывая деформации и ускоряя разрушение пенобетона.

Морозостойкость светопрозрачного бетона зависят от базового типа бетона (вещественного состава, толщины изделия, вида добавок и др). Природа световолоконных элементов, которые могут быть как легкие пористые, так и плотные компоненты, так же влияет на пористость структуры и сопротивляемость проникновению воды. В случае, когда используются пористые или структурированные вставки (например, световолоконные вставки с шероховатой поверхностью), возникает риск снижения морозостойкости. Однако, в современных разработках составов, предназначенных для

изготовления конструкций, эксплуатируемых в условиях с повышенной влажностью, используются гидрофобные добавки и материалы, повышающие сопротивляемость к замораживанию-оттаиванию, и показатели морозостойкости достигают марок F100—F200 (рисунок 4).

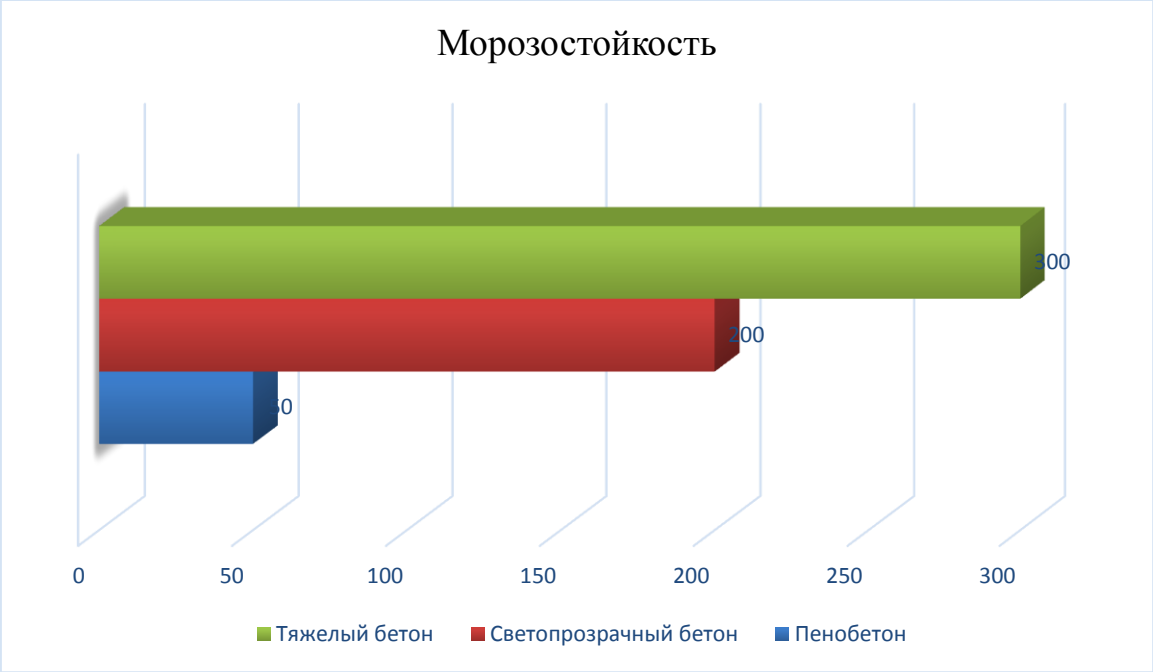


Рисунок 4 – Диаграмма сравнения морозостойкости бетонов

Применение в производстве строительных изделий анализируемых видов бетона определяется также стоимостью.

Цена за 1 м³ тяжелого бетона в условиях РФ в 2025 году в среднем составляет 15000 — 25000 рублей (рисунок 5). Стоимость формируется исходя из следующих критериев: вещественный состав: вяжущее вещество, заполнитель, добавки; затраты на производство и транспортировку; строительно-монтажные работы: укладка и уплотнение. Высокая плотность, прочность, стоимость СМР определяют то, что цена 1 м³ тяжелого бетона, как правило, выше, чем у пенобетона или почти аналогичная светопрозрачному бетону.

Себестоимость 1 м³ пенобетона составляет от 6000 до 12000 рублей (рисунок 5). Нижний уровень стоимости обусловлен следующими факторами: применением более экономичного сырья: песок, цемент, пенообразователь; производство более простое, меньшими затратами на доставку (сухая плотность — 400–800 кг/м³) и монтаж.

Для обычных видов светопрозрачных бетонов ценовой диапазон за 1 м³ от 25 000 до 40 000 рублей (рисунок 5). Основные факторы, определяющие стоимость декоративного бетона: вещественный состав бетона (обычно тяжелый или легкий), использование световолокон, производство которых является технологически сложным, цена за 1 м³ может возрасти — примерно от 30000 до 50000 рублей, применение дополнительных материалов для повышения прозрачности и стойкости. Технологические расходы на

производство, контроль и качество такие же или выше, чем для тяжелого бетона. Высокая цена связана также с уникальностью и ограниченной массовостью.

Светопрозрачный бетон применяется в архитектуре для эффектных фасадов, световых конструкций, внутренних перегородок.

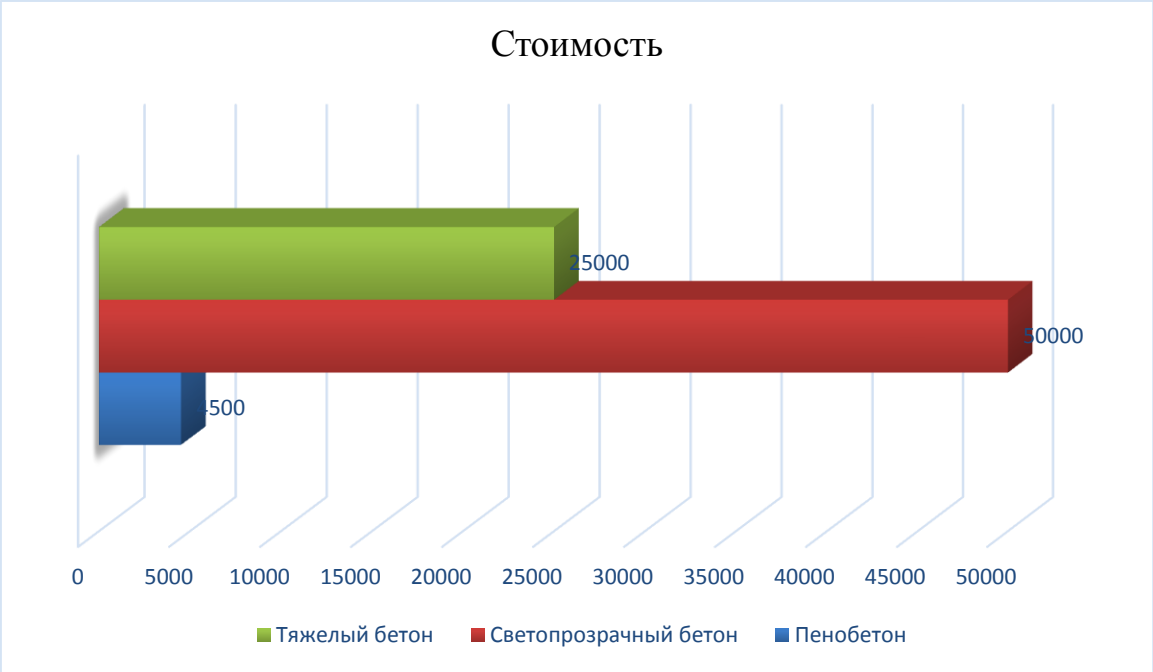


Рисунок 5 – Диаграмма сравнения стоимости бетонов

Проведенный сравнительный анализ позволяет сформулировать рекомендации по применению различных видов бетона в производстве конструкций для зданий с массовым пребыванием людей, которые обеспечивают максимальную безопасность и комфорт в здании, инженерным и архитектурно-дизайнерским задачам:

1. Наиболее приемлемый вид бетона для несущих конструкций (колонны, ригели, перекрытия, фундаменты) - тяжелый бетон, так как он обеспечивает необходимую прочность, плотность, морозостойкость, огнестойкость. Альтернатив на данный момент не существует.

2. Для ограждающих и самонесущих конструкций (наружные стены, внутренние перегородки) эффективно применение особо легкого бетона - пенобетон в виде крупноформатных блоков, панелей, ячеистая структура которого определяет сочетание достаточной конструкционной прочности с тепло- и звукоизоляционными свойствами. Это позволяет создать комфортный микроклимат, снизить энергозатраты и улучшить акустику в помещениях. Важное условие его применения: обязательная наружная и внутренняя отделка для защиты от влаги и придания эстетичного вида.

3. Для архитектурных и дизайнерских элементов, замены остекления в ненесущих конструкциях, наиболее приемлемый вид - светопрозрачный бетон. Он позволяет решать уникальные задачи: создание светопроводящих стен, разделяющих внутреннее пространство; «светящихся» информационных

панелей и указателе; фасадных панелей с внутренней подсветкой. Его применение экономически и технически целесообразно точечно, для повышения эстетической привлекательности и комфорта посетителей.

Список литературы

1. ГОСТ 26633-2012. Бетоны. Методы испытаний. Общие технические условия. — М.: Минстрой России, 2013. — 23 с.

2. СП 52-101-2003. Бетон. Правила производства и приемки. — М.: Стройиздат, 2004. — 112 с.

3. СНиП 52-01-2003. Бетон. Правила производства и приемки. — М.: Стройиздат, 2004. — 48 с.

4. ГОСТ 2601-2006. Бетоны легкие и тяжелые на пористых заполнителях. Технические условия. — М.: Росстрой, 2006. — 20 с.

5. Воронцов, А. В. Свойства и применение пенобетона в строительстве/А. В. Воронцов //Строительный журнал, 2019, № 5, с. 35-41.

6. Бабенко, В. И. Светопрозрачные бетоны: технологии и перспективы. / В. И. Бабенко, А. П. Смирнов// Строительные материалы, 2020, № 3, с. 18-24.

7. Технология производства светопрозрачных бетонов с добавлением световолокон / Иванов В.П., Петрова Е.А. // В сборнике: Современные материалы для строительных конструкций. М.: Изд-во «Наука и техника», 2021. — С. 89–95.

8. Блок А., Лебедев С. Производство и характеристики пенобетона. В сб.: Технический сборник по современным строительным материалам / под ред. Петрова В. В. — М.: Стройинфо, 2018. — С. 74–81.

9. Минеев А. В., Егоров В. С. Особенности использования светопрозрачных бетонов в строительстве спортивных сооружений. // Строительный вестник, 2022, № 7, с. 55-60.

10. Минстрой России. СП 63.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции из бетонов. Правила проектирования. — М.: Стройиздат 2012. — 92 с.

11. Чистяков О. А., Водянова М. А. Влияние световолоконных вставок на свойства бетонов. // Строительные материалы, 2020, № 8, с. 16-22.

12. Официальный сайт производителя пенобетона «ПенобетонМосква» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://penobeton-moscow.ru. — Дата обращения: 15.10.2023.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Веккер А.И., Иванова А. П. д-р техн. наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Растущая зависимость мировой экономики от природного газа, как в промышленном секторе, так и коммунальной сфере выдвигает на первый план задачу оптимизации его использования. В условиях стабильно растущего потребления газа критически важным становится внедрение высокоэффективных методов его распределения и автоматизации систем контроля и управления процессами газораспределения.

Надежность определяется как способность объекта сохранять в течение времени установленные значения всех параметров, выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях эксплуатации, технического обслуживания, хранения и транспортировки. Применительно к системам газоснабжения надежность выступает системообразующим, комплексным показателем, от которого напрямую зависит их устойчивость. Как свойство надежность раскрывается через систему взаимосвязанных критериев: безотказности, ремонтопригодности, сохраняемости и долговечности.

Факторы, влияющие на надежность, можно разделить на технические, эксплуатационные, внешние и управленческие. К техническим факторам следует отнести конструкцию системы, секционирование, качество материалов, защиту газопроводов, качество строительно-монтажных работ. Внешними являются коррозия, механические повреждения, климатические условия. Под эксплуатационными подразумеваются сезонные колебания спроса, соблюдение регламентов технического обслуживания, пиковые нагрузки. К управленческим факторам относится применение автоматического контроля, регулярные инспекции.

Повышение надежности газораспределительных систем имеет своей первостепенной целью минимизацию возникновения отказов, под которыми понимается нарушение рабочего состояния сети. Снижение частоты отказов позволяет существенно уменьшить совокупный риск возникновения аварийных ситуаций, которые неизбежно приведут к ущербу в сфере экономики (прямые затраты на ликвидацию аварии, сбои в технологических процессах, потери от простоев на предприятиях), а также к негативным социальным последствиям (нарушение нормальной жизнедеятельности потребителей газа, потенциальная угрозой для здоровья и безопасности населения) [6].

Повышение надежности газораспределительных систем достигается при помощи следующих решений: проектно-конструкторских, монтажных, эксплуатационных и инновационных. Рассмотрим каждое из них более подробно.

На стадии проектирования газораспределительных сетей ключевым для целей минимизации количества отказов и сбоев является внедрение кольцевых схем вместо традиционных тупиковых. Данный подход, известный как резервирование, позволяет создать альтернативные пути подачи газа, что обеспечивает бесперебойность газоснабжения даже в случае локальных аварий или ремонтных работ. Несмотря на очевидные эксплуатационные преимущества реализация кольцевых систем сопряжена со значительным увеличением капитальных вложений, что делает обязательным проведение экономического анализа для обоснования целесообразности финансовых затрат.

Тупиковые сети характеризуются строением, при котором газопроводы разветвляются на отдельные линии, подводящие газ к каждому потребителю без объединения в общий контур. Указанная особенность создает ряд эксплуатационных ограничений, поскольку у каждого абонента лишь один путь подачи газа. Ремонтные работы на линии требуют ее полного отключения, парализуя снабжение всех подключенных к ней потребителей. Кроме того, в таких сетях у каждого потребителя может наблюдаться разное давление. Особенность такой системы в том, что повреждение на периферийном ответвлении нарушает подачу лишь для локальной группы потребителей, в то время как авария на главном участке способна вызвать полное прекращение функционирования сети. Преимуществом тупиковых сетей является экономическая эффективность на этапе строительства: минимально необходимая протяженность трубопроводов напрямую снижает капитальные затраты на материалы и прокладку [6].

Кольцевые сети представляют собой замкнутую конфигурацию, принципиально отличающуюся от тупиковой, поскольку обеспечивается возможность подачи газа к любому потребителю по двум или более независимым линиям. Ключевое преимущество такой системы – повышенная отказоустойчивость: в случае повреждения или планового отключения одного элемента, снабжение продолжается по альтернативному пути, хотя и с возросшими гидравлическими потерями. Сами по себе кольцевые сети не гарантируют абсолютной надежности, но их структурный резерв обеспечивается за счет увеличения диаметров труб на 1-2 типоразмера по сравнению с расчетными. Это позволяет компенсировать возросшую нагрузку на оставшиеся в работе участки и поддерживать стабильное давление у потребителей. Таким образом, надежность кольцевой сети обеспечивается не самой по себе замкнутой системой, а продуманным сочетанием резервирования путей поставки и преднамеренного увеличения пропускной способности магистралей.

На стадии проектирования рекомендуется внедрение электронных регуляторов давления с обратной связью, которые динамически корректируют параметры в зависимости от нагрузки. Использование систем типа SCADA позволяет удаленно управлять режимами и предотвращать скачки давления. Также способствует повышению надежности использование

цифровых двойников для симуляции гидравлических режимов при разных сценариях (зимние нагрузки, аварии). Это позволяет заранее оптимизировать сеть и подготовить персонал к нештатным ситуациям [5].

Повышение надежности систем газоснабжения на этапе строительно-монтажных работ достигается использованием качественных отечественных материалов и соблюдением ряда требований, которые позволяют обеспечить безопасность эксплуатации и предотвратить утечку газа на протяжении указанного срока службы. К таким требованиям относятся:

– соответствие газопровода проектным параметрам;

– сохранение целостности защитного изоляционного покрытия на поверхности труб;

– контроль целостности соединений, обеспечивающий проверку всех соединений труб на прочность и герметичность;

– соблюдение нормативных дистанций: расстояния до пересекаемых инженерных коммуникаций и подземных объектов инфраструктуры должны обеспечивать возможность технического обслуживания и исключать взаимное деструктивное воздействие.

Функциональный сбой в работе регулятора давления газа на магистральном трубопроводе или газораспределительной станции (ГРС) может привести к возникновению аварии и как следствие – к поломке оборудования, технологически связанного с регулятором. Наиболее негативные последствия возникают при отказах газораспределительных пунктов (ГРП), обеспечивающих коммунально-бытовой сектор. В условиях зимнего времени прекращение подачи тепла менее чем за сутки приводит к размораживанию систем отопления с последующим разрушением теплообменников, радиаторов и трубопроводных систем, что влечет за собой необходимость полной реконструкции инженерных сетей зданий. В промышленном сегменте остановка ГРП, питающего предприятие, парализует работу непрерывных технологических циклов. Такие объекты, как доменные и стекловаренные печи при аварийном охлаждении претерпевают необратимые изменения нагревательных элементов, восстановление работоспособности которых становится экономически нецелесообразным или технически невозможным[1].

Одной из наиболее серьёзных угроз для потребителя газа является внезапный скачок давления в сети. Это происходит по цепной реакции: сначала выходит из строя главный регулятор давления в ГРП (например, разрывается его мембрана), а затем свою функцию не выполняют две последние линии – предохранительно-запорный (ПЗК) и предохранительно-сбросной (ПСК) клапаны. Основными причинами таких отказов являются экономия, выражающаяся в закупке несертифицированных комплектующих и материалов, а также грубые нарушения на этапах производства, пренебрежение строгими технологическими нормативами на стадии изготовления и контроля качества оборудования [4].

Современный российский рынок газорегулирующего оборудования характеризуется комплексной трансформацией. Помимо устойчивых тенденций

к повышению надежности, безопасности и интеллектуальному функционалу оборудования, ключевым направлением развития становится тенденция к импортозамещению. Под влиянием изменений геополитической и экономической конъюнктуры обеспечение отечественных потребителей высококачественным, технологически независимым и доступным по цене оборудованием превратилось из коммерческой задачи в вопрос национальной безопасности и энергетического суверенитета. Крупные компании российской газовой отрасли сфокусировались на локализации производства газорегуляторного оборудования на территории Российской Федерации, что подразумевает создание собственных исследовательских центров, освоение передовых технологий и формирование замкнутой производственной цепочки, не зависящей от внешних поставок [2].

Отправной точкой стал запуск комплексной программы по локализации газовых регуляторов в России в 2014 году: был развернут современный сборочный участок, получен весь пакет необходимых сертификатов и разрешений, что позволило начать выпуск продукции, соответствующей отечественным и международным стандартам. Стабильно растущий спрос со стороны потребителей подтвердил востребованность оборудования, которое сочетало бы надежность с широкими функциональными возможностями. Уже в 2017 году было принято решение об освоении производства на территории России трех новых продуктов:

- регулятора давления газа HON330;
- регулятора давления газа HON512 (рисунок 1);
- предохранительного отсечного клапана HON711.

Рисунок 1 – Применение регуляторов давления газа серии HON512 на ГРС

В качестве примера удачного импортозамещения, следует отметить крупный проект НПК «Грасис» (входит в «Группу ОМЗ Перспективные Технологии») по поставкам мембранных элементов для извлечения гелия из природного газа на Чаяндинском месторождении группы «Газпром». Для реализации этого и других проектов компанией было построено высокотехнологичное, первое в России и странах СНГ, производство

половолоконных газоразделительных мембран и мембранных картриджей, расположенное на территории Московской области, в особой экономической зоне «Дубна».

Для обеспечения устойчивой эксплуатации газовых сетей требуется комплексный подход к модернизации управления газовыми потоками. Ключевым элементом является внедрение регулярного аудита инфраструктуры, направленного на оценку работоспособности действующих запорных механизмов, оптимизацию их количества и локализации с учетом особенностей существующей городской застройки. Параллельно необходимо разрабатывать динамические модели функционирования сети, интегрирующие данные о гидравлической синхронизации между альтернативными источниками подачи газа и сценариями перенаправления потоков при частичном отключении сегментов трубопровода или остановке питающих узлов (включая аварийные и плановые ситуации).

Моделирование оптимального размещения запорных элементов должно осуществляться дифференцированно: отдельно для трубопроводов низкого, среднего и высокого давления, а также в рамках единой системы – от газораспределительных станций до конечных потребителей. Это позволит минимизировать операционные расходы на восстановление подачи газа после остановок, сократить экологический ущерб от аварийных выбросов и снизить экономические потери, связанные с простоями и ремонтами [3].

При планировании модернизации инфраструктуры критически важно учитывать финансовые аспекты. К ним относятся расходы на землеустройство, проектирование, закупку материалов, монтаж и ввод в эксплуатацию новых узлов. Экономическая эффективность достигается за счет баланса между затратами на установку дополнительных устройств и потенциальными рисками, включая экологические штрафы и убытки от перерывов в поставках.

Таким образом, интеграция регулярного мониторинга, адаптивного моделирования и экономического анализа формирует основу для создания устойчивой и безопасной газораспределительной сети, отвечающей современным требованиям надежности и ресурсосбережения.

Список литературы

1. Александров Ю.В. Сопоставительный анализ результатов диагностики и электрометрических измерений на участке газопровода, предрасположенном к стресс-коррозии / Ю. В. Александров, В. Н. Юшманов, Р. В. Агиней // Практика противокоррозионной защиты. – 2011. – № 2. – С.6–11.

2. Антонов В.Г. Исследование условий и причин коррозионного растрескивания труб магистральных газопроводов / В. Г. Антонов, А. В. Балдин, З. Т. Галиуллин // – М.: ВНИИЭ газпром, 1991. – С.100–105.

3. Антонов, В.Г. Коррозионное растрескивание под напряжением труб МГ: Атлас. / В. Г. Антонов, А. Г. Арабей, В. Н. Воронин и др. // – М.: Наука. – 2006. – С.104.

4. Жила В.А., Гусарова Е.А., Гулюкин М.Д. Способы повышения надёжности систем газораспределения в городском строительстве // Инновации и инвестиции. – 2017. – №11.

5. Золотаревский С.А., Санин А.В., Левандовский В.А. "Российский рынок газорегуляторного оборудования. Текущая ситуация и перспективы развития" // «Трубопроводная арматура и оборудование (ТПА)» №1 (64) 2013 г.

6. Маджитов З.З. Оценка надежности магистральных газопроводов / З. З. Маджитов, Н. О. Каландаров. // Техника. Технологии. Инженерия. – 2017. – № 4 (6). – С.21-27.

НЕЙРОСЕТЕВОЙ АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Гарипов В.С., канд. техн. наук, доцент, Зеленцов А.Д.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Современная строительная отрасль сталкивается с беспрецедентными вызовами, вызванными хронической нестабильностью цен на материалы и трудовые ресурсы. Глобальные экономические потрясения, включая последствия пандемии и геополитические кризисы, привели к беспрецедентной волатильности рынков. Эти условия выявили некоторые недостатки традиционных подходов к сметному нормированию, основанных на статических моделях расчета. В условиях быстро меняющейся экономической реальности прежние методы формирования строительных бюджетов демонстрируют свою неточность. Необходимость корректировки принципов калькуляции затрат становится очевидной, поскольку существующие подходы не учитывают динамическую природу рыночных процессов. Это создает насущную потребность в разработке принципиально новых механизмов прогнозирования, способных адаптироваться к текущим экономическим реалиям.

Фундаментальная проблема традиционных методов оценки стоимости строительства заключается в их неспособности адекватно реагировать на временные изменения ценовых параметров. Статические модели, доминирующие в сметной практике, опираются на фиксированные нормативы, которые неизбежно устаревают в условиях инфляции. Такой подход неизбежно приводит к расхождениям между плановыми и фактическими показателями затрат на строительство. Эмпирические данные свидетельствуют, что отклонения фактических расходов от первоначальных смет в современных условиях могут достигать 20-30%, что ставит под угрозу реализацию строительных проектов [1, 2]. Финансовые потери и срывы сроков становятся прямым следствием игнорирования временных факторов и, соответственно, инфляционных издержек при калькуляции затрат на строительство. Это подчеркивает важность разработки новых методов корректировки оценки строительных затрат в режиме реального времени.

Машинное обучение открывает новые перспективы для создания адаптивных систем прогнозирования цен в строительной отрасли. Нейросетевые модели демонстрируют уникальную способность выявлять сложные нелинейные взаимосвязи в экономических данных (зависимости между переменными, которые не могут быть выражены линейной функцией. В отличие от линейных моделей, где изменение входного параметра вызывает пропорциональное изменение выходного, в нелинейных системах эта зависимость может принимать различные формы: экспоненциальные, логарифмические, тригонометрические или комбинированные). В отличие от

традиционных статистических методов, они могут эффективно обрабатывать многомерные временные ряды, учитывая влияние множества рыночных факторов. Многомерный временной ряд — это последовательность данных, которая включает более одной переменной с течением времени. Каждая переменная зависит не только от своих прошлых значений, но и от значений других переменных. Потенциал искусственного интеллекта заключается в возможности моделирования динамических процессов ценообразования, в заданном промежутке времени (может это добавить), с высокой степенью точности.

Глубокое обучение (Deep Learning) — термин, который означает подраздел машинного обучения, основанный на использовании искусственных нейронных сетей с множеством слоёв. Алгоритмы глубокого обучения, такие как рекуррентные нейронные сети (далее - РНС), особенно эффективны для анализа временных зависимостей (здесь необходимо вставить ссылку на статью описывающую что это такое РНС). Это позволяет создавать системы, способные не только фиксировать текущие рыночные тенденции, но и прогнозировать их развитие с учетом исторических шаблонов.

Центральным элементом проводимых авторами настоящей статьи (может добавить) исследований является разработка нейросетевого алгоритма, обеспечивающего прогнозирование стоимости строительства с точностью не менее 85%. Модель создается на основе анализа пятилетних исторических данных, охватывающих ключевые ценовые индикаторы (функции, построенная на значениях статистических показателей торгов) в строительной отрасли. Особое внимание уделяется учету взаимного влияния различных экономических факторов и их временной динамики.

Исследование реализуется через последовательность взаимосвязанных этапов: от критического анализа существующих методов (добавить: каких методов и чего) до экспериментальной валидации предложенного решения. (В IT валидация — это процесс проверки, соответствует ли программное обеспечение заданным требованиям. Функциональные требования описывают, что программа должна делать, а нефункциональные — как она должна это делать: быстро, удобно, надёжно и безопасно. Если все условия выполняются, продукт считается прошедшим валидацию.)

Каждая стадия работы направлена на достижение конкретных задач — от выявления ограничений традиционных подходов к формированию стоимости реализации строительного объекта до оценки экономической эффективности разработанного алгоритма. Такой подход обеспечивает научную обоснованность и практическую значимость результатов расчета, минимизируя отклонения предполагаемой стоимости от итоговой.

Классические методы сметного расчета базируются на применении фиксированных нормативов материальных и трудовых затрат, которые разрабатываются на основе усреднённых показателей стоимости строительных материалов и трудовых затрат и не учитывают региональные особенности ценовой динамики. Жёсткая привязка к статичным базам данных приводит к

тому, что расчёты стоимости строительных материалов и трудовых затрат быстро теряют актуальность в условиях рыночных колебаний. Использование таких методов предполагает постоянную ручную корректировку исходных параметров. Неспособность традиционных подходов оперативно реагировать на изменения рыночных цен создаёт систематические расхождения между плановыми и фактическими показателями стоимости строительства объекта. Особенно критичным это становится в условиях высокой инфляции, когда отклонения первоначальной стоимости строительства объекта и по завершении строительства могут достигать 20-30% от первоначальной сметы.

Ручные процедуры обновления сметных баз данных влекут за собой значительные задержки между фактическим изменением цен на рынке и их отражением в расчётных моделях стоимости строительства. В среднем, период актуализации нормативов составляет 3-6 месяцев, что делает их непригодными для оперативного планирования строительных процессов. Данная проблема усугубляется при реализации долгосрочных проектов, где требуется прогнозирование затрат на горизонте нескольких лет.

Накопление ошибок прогнозирования на каждом этапе работ приводит к отклонениям от запланированного бюджета. Систематические погрешности традиционных методов формирования сметной стоимости обусловлены фундаментальным отсутствием адаптивных механизмов обработки рыночных данных (информации, отражающей текущие и исторические тенденции в экономике, финансовых рынках, отраслях или отдельных компаниях). «Машинное обучение — одно из важных направлений искусственного интеллекта, основанное на моделировании и обработке данных. Она позволяет компьютерам учиться на опыте и принимать безошибочные решения без прямого вмешательства человека. Этот метод играет важную роль в анализе данных, принятии стратегических решений и прогнозировании поведения рынка [3, с. 5]». Разрабатываемая технологическая платформа потенциально способна устранить выявленные ограничения за счёт непрерывного обновления прогнозных моделей.

Эконометрические модели, основанные на регрессионном анализе данных по стоимости строительства за предшествующие периоды времени, широко применяются для прогнозирования цен в строительстве. Эти подходы предполагают наличие устойчивых зависимостей между макроэкономическими показателями и динамикой цен на материалы (думаю здесь тоже нужна ссылка). Однако их эффективность существенно снижается при резких изменениях рыночной конъюнктуры, вызванных экономическими кризисами или геополитическими факторами. Во время периодов нестабильности, традиционные эконометрические методы демонстрируют значительные погрешности прогнозирования. Это связано с их неспособностью оперативно адаптироваться к структурным сдвигам в рыночных взаимосвязях. Линейные допущения, заложенные в базовые модели, не отражают нелинейный характер ценовых изменений в условиях турбулентности строительного рынка.

Детерминированные (нужно пояснение к данному термину) подходы к

прогнозированию ценовых изменений опираются на фиксированные сценарии развития рынка (думаю здесь тоже нужна ссылка). Такие модели игнорируют стохастическую (случайную и непредсказуемую) природу ценовых колебаний, обусловленную случайными факторами. В строительной отрасли это особенно критично из-за высокой волатильности стоимости импортных материалов и изменчивости спроса на рабочую силу. Отсутствие учета вероятностных характеристик рыночных процессов приводит к систематическим ошибкам в долгосрочных прогнозах. Детерминированные модели не способны генерировать доверительные интервалы для будущих ценовых значений, что ограничивает их практическую применимость. Это создает риски недооценки бюджетов строительных проектов при использовании традиционных методов сметного расчета.

Прогнозирование временных рядов ценовых данных требует специализированных архитектур нейронных сетей, учитывающих временные зависимости. Сверточные нейронные сети (далее - СНС) демонстрируют эффективность в выявлении локальных шаблонов, но ограничены в анализе долгосрочных тенденций. РНС лучше адаптированы для последовательных данных благодаря механизму обратной связи. «Применение современных ИНС(исскуственных нейронных сетей), таких как глубокие нейронные сети (далее - ГНС) и РНС, включая их разновидности, такие как LSTM* и GRU** позволило достигнуть значительных успехов в различных областях, включая компьютерное зрение, обработку естественного языка, медицинскую диагностику и финансовые прогнозы [4, с. 49]».

Примечание

* Долгая краткосрочная память (англ. Long short-term memory; LSTM), обычно называемая LSTM-сетью — это особый вид рекуррентных нейронных сетей, способных к запоминанию долговременных зависимостей [5, с.125].

** GRU (Gated Recurrent Unit) - тип архитектуры рекуррентной нейронной сети (RNN) в области глубокого обучения. Разработан в 2014 году как решение проблемы исчезающих градиентов в традиционных RNN.

Архитектура Transformer (ссылка нужна), основанная на механизме внимания, показывает высокую точность при обработке длинных последовательностей за счет параллелизации вычислений. Однако ее применение для прогнозирования строительных цен осложняется необходимостью больших объемов обучающих данных. В условиях ограниченной исторической информации о ценах на стройматериалы преимущество сохраняют гибридные модели, сочетающие СНС и РНС. Такие комбинированные подходы позволяют одновременно выявлять локальные аномалии и долгосрочные тренды. Сравнительный анализ архитектур выявил, что для динамики строительных цен критически важна способность модели учитывать сезонные колебания и инфляционные эффекты.

Традиционные РНС страдают от проблемы исчезающих градиентов при работе с длинными временными рядами (Временной ряд (динамический ряд, ряд динамики) — это упорядоченная в порядке времени последовательность

наблюдений за некоторым явлением или процессом. Каждое наблюдение в ряду относится к определённому моменту или интервалу времени (например, день, месяц, год). Исчезающие градиенты (англ. vanishing gradient problem) — проблема в обучении глубоких нейронных сетей, когда градиенты (производные функции потерь по параметрам) становятся очень маленькими по мере прохождения через слои сети. Это делает обновление параметров в ранних слоях почти невозможным, замедляя или останавливая обучение. Модели на основе Transformer требуют значительных вычислительных ресурсов для обучения, что ограничивает их применение в реальных сметных системах. Transformer - архитектура глубоких нейронных сетей, представленная в 2017 году исследователями из Google Brain. Предназначена для обработки последовательных данных, таких как текст, звук или видео, без необходимости двигаться по ним шаг за шагом. Эти ограничения обуславливают поиск специализированных архитектур для ценового прогнозирования в строительстве.

LSTM-сети демонстрируют повышенную эффективность при моделировании долгосрочных зависимостей в динамике строительных цен благодаря своей архитектуре. Встроенные гейтовые механизмы позволяют сохранять информацию о ключевых ценовых изменениях на протяжении всего временного горизонта, что критично для учета инфляционных процессов и сезонных колебаний спроса на стройматериалы. Гейтовые механизмы (гейтовый подход, также известен как Stage-Gate или Phase-Gate) — это методология управления проектами, основанная на разделении проекта на отдельные этапы, между которыми установлены контрольные точки — «гейты». Эти гейты служат для оценки прогресса и принятия решений о дальнейшем движении проекта.

(Предобработка исторических данных о ценах включала нормализацию значений для приведения к единому масштабу. Обработка выбросов осуществлялась методами межквартильного размаха с заменой аномальных значений на пороговые. Метод межквартильного размаха (IQR) с заменой аномальных значений на пороговые — статистический метод, который используется для выявления выбросов в наборах данных. IQR — это мера разброса данных, определяемая как разница между третьим (Q3) и первым (Q1) квартилями распределения. Фактически, IQR охватывает центральные 50% данных, отсекая 25% нижних и 25% верхних значений. Формирование временных окон производилось с учетом сезонных колебаний и рыночных циклов строительной отрасли. Каждое окно содержало последовательность ценовых показателей за фиксированный период для обучения временных зависимостей.) – может это убрать, шарага какя-то

Архитектура LSTM-модели включала три скрытых слоя с количеством нейронов 128, 64 и 32 соответственно. Количество нейронов в модели LSTM зависит от сложности задачи. Особенность архитектуры LSTM — вместо нейронов присутствуют «клетки памяти», состоящие из трёх частей: входа, выхода и зоны памяти. Зоны входа и выхода, по сути, выполняют функции

аксона и дендрита обычного нейрона, в то время как зона памяти отвечает за обучение и запоминание нужной информации из данных, подаваемых на зону входа. Гиперпараметры (параметр модели машинного обучения, значение которого устанавливается перед началом процесса обучения и не изменяется алгоритмом) подбирались методом сеточного поиска с акцентом на размер окна ввода и скорость обучения. Для строительной отрасли критичным стало увеличение глубины сети для учета долгосрочных ценовых трендов. Dropout-слои с коэффициентом 0.2 внедрялись между LSTM-уровнями для повышения устойчивости модели. Dropout-слои с коэффициентом - это слои в нейронных сетях, которые используют метод регуляризации Dropout (в русскоязычных источниках — «метод прореживания», «метод исключения» или просто «дропаут»). Цель — предотвратить переобучение, когда модель хорошо работает с обучающими данными, но не может быть обобщена на новые, невидимые данные. Функции активации подбирались с учетом специфики ценовых данных: на входном слое использовался гиперболический тангенс, на скрытых слоях — ReLU (Rectified Linear Unit) — нелинейная функция активации, которая широко используется в глубоком обучении. Также известна как функция-выпрямитель. Выходной слой имел линейную активацию для регрессионного прогнозирования.

Особенностью архитектуры стало добавление полносвязного слоя после LSTM блоков для преобразования временных зависимостей в точечный прогноз. Это компонент, который обрабатывает каждый элемент предыдущего слоя, выполняя матричное перемножение этих элементов со своими весами.

Данная конфигурация обеспечила баланс между сложностью модели и скоростью обучения.

ИИ-модель существенно снижает риски бюджетных перерасходов за счет точного прогнозирования стоимости трудовых ресурсов и строительных материалов на разных этапах реализации проекта. В проектах продолжительностью более 18 месяцев точность управления бюджетом повышается на 27% благодаря учету макроэкономических факторов и инфляционных процессов. Особенно заметен эффект в сложных проектах с длинными цепочками поставок. Сравнительный анализ 32 строительных объектов выявил, что применение прогнозной модели сокращает отклонения от сметы в среднем на 15,8% независимо от масштаба и сложности проекта. Наибольшая эффективность достигается при интеграции алгоритма в систему управления бюджетом на ранних стадиях планирования [6]. Это подтверждает универсальность подхода для различных типов строительных задач.

Применение LSTM-архитектур обеспечило создание механизма адаптивного бюджетирования, способного в режиме реального времени корректировать стоимостные параметры строительства. Модель учитывает комплексное влияние инфляционных процессов, колебаний валютных курсов и изменений рыночного спроса на материалы, формируя динамические сметы. Такая архитектура позволяет обрабатывать многомерные временные ряды, выявляя скрытые паттерны ценовой динамики, недоступные для традиционных

методов анализа.

Внедрение разработанного программного комплекса продемонстрировало значительную экономическую эффективность, сократив отклонения фактических затрат от сметных расчётов на 23 - 41 % в тестовых проектах. Это свидетельствует о принципиальном изменении подхода к управлению финансовыми рисками в строительной отрасли. Результаты подтверждают, что интеграция ИИ-моделей в сметные системы позволяет оптимизировать бюджетирование проектов в условиях нестабильности рынков [7].

Перспективным направлением развития системы прогнозирования стоимости является создание отраслевых предиктивных аналитических центров на базе искусственного интеллекта. Такие центры смогут объединять глобальные экономические индикаторы для формирования превентивных строительных бюджетов. Реализация этого подхода позволит перейти от реактивного к проактивному управлению стоимостью проектов, учитывающему макроэкономические тренды, то есть вместо того чтобы реагировать на проблемы уже в процессе их возникновения, компании готовятся к ним до того, как они станут проблемой.

Список литературы

1. Г. А. Власова, Н. В. Князева, Т. А. Шиндина, Сибирский журнал науки и технологий. 2018. Т. 19, № 1. С. 162–172 Современные проблемы системы ценообразования про формировании сметной стоимости на территории РФ.

2. Тараканов А.В., Кисляков А. А. Научно-исследовательский журнал “Экономические исследования и разработки”. 2025. Оценка влияния расхождений сметной и фактической стоимости объекта на рентабельность проекта.

3. Усмонов А.А. Машинное обучение в сфере национальной экономики // Открытое образование. — 2025. — №3. — С. 4–10.

4. Кондратьева М.И., Бронская В.В., Емельянычева Е.А. и др. Нейросетевая модель для прогнозирования цен на модифицированные битумные вяжущие // Современные наукоемкие технологии. — 2024. — №12.

5. Мафутала Г.Х. Прогнозирование финансовых временных рядов с использованием рекуррентных нейронных сетей LSTM // Современные информационные технологии. — 2022. — №5. — С. 121–129.

6. Кузнецов Е. С. Особенности прогнозирования экономических процессов на основе определения их оптимальных базовых параметров // Бизнес-информатика. — 2012. — №3. — С. 17–21.

7. Сигалов А.Н. Сметно-договорная работа в строительстве, №11, 2025 Применение BIM и искусственного интеллекта в сметных расчётах: на примере тоннельного строительства в Гродно.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СМАРТ- ОКНА С УГЛОВЫМ СЕЛЕКТИВНЫМ СВЕТОПРОПУСКАНИЕМ

Гирин В.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Рассмотрим смарт-окна, которые играют важную роль в снижении энергопотребления в зданиях, а также в управлении естественным освещением и поступлением солнечной энергии. Для контроля дневного освещения и солнечного проникновения, соответствующего положению Солнца, можно использовать устройства, которые могут управляться вручную или автоматически. Однако такие устройства часто не обеспечивают максимально эффективное управление световыми и тепловыми потоками.

Проведем анализ функционирования смарт-окна с тонкослойными покрытиями, которое будет работать без вмешательства человека. Коэффициент светопропускания данных окон может изменяться в зависимости от интенсивности солнечной радиации и диапазона длин волн, что позволяет более точно регулировать освещение и теплообмен в помещении.

Учитывая использование инновационных архитектурных тонкослойных покрытий, окна позволяют регулировать светопропускание и теплопередачу. Обладают способностью снижать потребность в искусственном освещении и кондиционировании, адаптируясь к изменяющимся условиям окружающей среды, солнечной энергии. Данные характеристики рассматриваемых нами смарт-окон обеспечивают значительную экономию электроэнергии, повышение комфорта для пользователей и увеличение экологических характеристик зданий.

Смарт-стекло – инновационный материал, обладающий функцией переменной прозрачности. Внутри окна расположены тонкие пленки с наклонной столбчатой микроструктурой, обладающие угловым селективным оптическим пропусканием в узких спектральных диапазонах и при определённых углах зрения. В смарт-стекле интегрирована жидкокристаллическая пленка, которая способна пропускать рассеянное и отражённое излучение, создавая внутри помещения комфортное дневное освещение и обеспечивая необходимые инсоляционные и температурные режимы.

К пленке подведён низковольтный электрический ток, что играет ключевую роль в регулировке освещённости помещения. В выключенном состоянии, без подачи тока, жидкие кристаллы расположены хаотично, не рассеивают свет, и стекло выглядит матовым и непрозрачным. При включении тока расположение жидких кристаллов упорядочивается, стекло становится прозрачным, позволяя свету проходить свободно.

Уникальные свойства смарт-стекла предназначены для автоматического регулирования уровня дневного освещения и солнечной энергии в течение всего года без необходимости вмешательства человека или использования устройств перенаправления света. Такие окна имеют особую конструкцию: между двумя прозрачными листами расположена пленка с жидкими кристаллами, обладающая полезными оптическими свойствами.

Под воздействием электромагнитного поля расположение кристаллов в стекле меняется: из хаотичного оно превращается в упорядоченное. Это повышает прозрачность стекла, поскольку свет легко проходит через пленку без препятствий, создаваемых скоплениями кристаллов.

Силу тока, подаваемую в смарт-стекло, можно регулировать с помощью специального устройства. При низком напряжении лишь часть кристаллов упорядочивается, и стекло становится частично прозрачным. Чем выше напряжение, тем больше кристаллов упорядочивается, и, следовательно, степень прозрачности увеличивается [1].

Смарт-окна с изменяемым коэффициентом светопропускания способствуют повышению энергоэффективности и улучшению экологических характеристик зданий. Для того, чтобы достичь таких характеристик окна, необходимо учитывать сезонные и климатические условия конкретного региона. Данные характеристики важны для прогнозирования и контроля распределения яркости в поле зрения человека в сезонные изменения, обеспечивая при этом достаточное количество дневного света и возможность визуального контакта с внешним окружением для уютного проживания. Существует эффективный метод проектирования смарт-окна, которое мы рассматриваем в своем научном исследовании, оно должно быть с взвешенными частицами, которые позволят снижать энергетические затраты в теплых климатах, используя энергию Солнца [2].

Первые окна для контроля солнечных лучей представляли собой низкоэмиссионное стекло с высоким коэффициентом отражения инфракрасного излучения. В них использовались динамические интеллектуальные технологии на основе SPD (сажевых поляризационных устройств), жидкокристаллических, термотропных и хромогенных материалов, которые способны адаптироваться к изменениям внешних условий или управляться при помощи электрического тока. В этих окнах камеры заполнялись различными газами или окрашивались жидкостями [3]. Используемые в окнах хромогенные материалы, особенно фотохромные, термохромные, электрохромные и газохромные материалы, относятся к числу быстроразвивающихся и наиболее перспективных смарт-технологий в области архитектурного остекления.

Обычное окно, полностью покрытое смарт-стеклом, позволяет регулировать уровень дневного света и температуру внутри помещения, однако не обеспечивает угловое селективное управление светопропусканием, необходимое для адаптации к движению солнца. Для этого требуются дополнительные устройства затенения и системы перенаправления светового потока. В цветном состоянии смарт-стекло ослабляет как прямое, так и

рассеянное солнечное излучение. Поэтому особенно важно, чтобы окно пропускало рассеянный свет и частично или полностью блокировало прямые солнечные лучи в зависимости от их угла падения. Такой подход, учитывающий траекторию солнца относительно окна, помогает избегать бликов, избыточного освещения поверхностей и перегрева помещения.

Новый метод управления направленным светопропусканием основывается на использовании оптического фильтра, который представляет собой тонкопленочные решетки с чередующимися параллельными полосами, нанесенными на обе поверхности остекления. Этот фильтр обеспечивает угловую избирательность и направленное пропускание света, эффективно защищая помещение от прямого солнечного излучения при определенных углах падения [4].

Результаты исследований показывают два ключевых преимущества смарт-окна с угловым селективным управление по сравнению с обычными окнами. Во-первых, в активном (цветном) режиме, благодаря угловой избирательности, обеспечивается саморегулирующийся коэффициент пропускания света и солнечной энергии в течение дня и года, что исключает необходимость в внешних устройствах затенения и перенаправления дневного света. Во-вторых, в состоянии отбеливания окно демонстрирует более высокий уровень пропускания рассеянного света. Благодаря регулированию пропускания прямых солнечных лучей, фильтр пропускает более чем в два раза больше рассеянного света в обоих режимах – цветном и отбеленном – что значительно повышает комфорт в помещении в любое время года.

Полученные данные, на первых этапах исследования, используются для разработки показателя четкости обзора через такое окно, а также для оценки возможностей смарт-окна с встроенным оптическим фильтром в обеспечении контроля за дневным освещением и поступлением солнечной энергии в помещение круглый год – без необходимости вмешательства человека и использования дополнительных устройств перераспределения света. Кроме того, они позволяют оценить эффективность системы в угловом селективном управлении дневным светом и солнечной радиацией, учитывая положение Солнца.

Рассматриваемое смарт-окно подходит для разработки систем с наклонными элементами затенения: оптимальный угол наклона решеток фильтра зависит от траектории движения солнца. Тестирование подтверждает высокую эффективность такого окна в угловом управлении дневным светом и солнечной энергией, блокировании прямой радиации и пропускании рассеянного и отраженного излучения с учетом положения Солнца.

Список литературы

1. Закируллин Р.С. Оптический фильтр для смарт-окна с угловым селективным светопропусканием // Оптический журнал. 2019. Т. 86. № 5. С. 23-–29.

2. Сохович Е.В., Мякин С.В., Семенова А.А., Земко В.С., Бахметьев В.В., Проститенко О.В., Халимон В.И. Электрохромные устройства на основе вольфрамоксидных слоев, модифицированных полиэтиленгликолем // Оптический журнал. 2019. Т. 86. № 1. С. 68–74.

3. Моделирование притока тепла от солнечной радиации через решёточные смарт-окна [Электронный ресурс] / Р. С. Закируллин, И. А. Оденбах, Н. М. Гунько, Н. А. Горьков, В. А. Гирин, Е. В. Пикалова // Academia. Архитектура и строительство, 2023. - № 3. - С. 132-139. - 8 с.

4. Гирин В.А. Смарт окна с угловым селективным пропусканием солнечного света и энергии // Всероссийская научно-методическая конференция. Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. - 2025.- 4 с.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТОВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Горбачев С. В. канд. техн. наук, доцент,
Дергунов С. А. канд. техн. наук, доцент,
Федосеенко Г. В., Спирина А. Ю., Громов И. И.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Проект организации дорожного движения разработанный и согласованный в установленном порядке представляет собой нормативный документ регламентирующий схему движения транспорта и пешеходов на определённом участке дороги или территории. Он включает комплекс мероприятий по формированию сети дорог, проездов, парковок, переходов, светофорных объектов и других элементов дорожной инфраструктуры. Цель этого документа — обеспечение юридического сопровождения безопасности участников движения, повышение пропускную способность дорог и оптимизация параметров дорожного движения.

Проекты организации дорожного движения разрабатывают в ряде случаях. Во-первых, это на период эксплуатации дорог или их участков. Это касается существующих, реконструируемых или строящихся дорог, а также дорог, на которых проводится капитальный ремонт или ремонт. Также данный документ необходим для дорог, прилегающих к строящимся или реконструируемым объектам капитального строительства, и для дорог на территории одного или нескольких муниципальных образований с общей численностью населения до 50 тысяч человек.

Во-вторых, его разрабатывают и утверждают на период временных ограничений или прекращения движения. Такой проект организации дорожного движения создают при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте и ремонте дорог; при проведении строительных, ремонтных и иных работ, влияющих на параметры дорожного движения (например, при строительстве объектов инженерной инфраструктуры); при проведении публичных и массовых мероприятий (спортивных, культурных и др.); при повышенной интенсивности движения в определённые периоды (например, накануне выходных или в часы максимальной загрузки дорог).

Проект организации дорожного движения может быть разработан как самостоятельный документ или как часть комплексной схемы организации дорожного движения.

В проекте организации дорожного движения подробно отображается существующее и проектируемое положение технических средств организации дорожного движения. В виде наглядных схем, выполненных в масштабе, даётся регламент размещения всех задействованных технических средств: дорожных

знаков, разметки, светофоров, пешеходных переходов, остановок общественного транспорта, ограждений и других элементов.

Основные требования к составу, содержанию, порядку подготовки, согласования и утверждения проектов организации дорожного движения, а также к техническим средствам организации дорожного движения изложены в федеральных законах, приказах Минтранса России, ГОСТах и сводах правил:

- Федеральный закон от 29.12.2017 № 443-ФЗ «Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Определяет правовые основы организации дорожного движения, закрепляет основные принципы (например, приоритет безопасности над потерями времени) и устанавливает, что разработка мероприятий по организации дорожного движения осуществляется на основании документации, разработанной и утверждённой в соответствии с требованиями этого закона и сопутствующих нормативных актов.
- Приказ Минтранса России от 18.02.2025 № 49 «Об установлении требований к составу и содержанию документации по организации дорожного движения». Вступил в силу 28 февраля 2025 года, заменил ранее действовавший приказ Минтранса от 30 июля 2020 года №274. Устанавливает актуальные требования к составу и содержанию документации по организации дорожного движения, включая ПОДД. Определяет, какие данные должны включаться в документацию, например результаты анализа дорожно-транспортной ситуации, оценку технического состояния дорог, параметры организации движения различных категорий участников дорожного движения (пешеходов, велосипедистов, грузовых автомобилей и др.).
- ГОСТ Р 52289-2019 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств». Определяет правила применения технических средств организации дорожного движения, которые являются ключевыми элементами проекта организации дорожного движения. Стандарт регулирует размещение и использование дорожных знаков, разметки, светофоров, ограждений и других элементов инфраструктуры.
- Свод правил СП 34.13330.2021 «Автомобильные дороги. СНиП 2.05.02-85*». Содержит требования к проектированию и обустройству автомобильных дорог, включая элементы организации дорожного движения. Упоминает ГОСТы и другие стандарты, связанные с дорожным строительством и эксплуатацией, которые могут быть релевантны при разработке проекта организации дорожного движения.
- Другие нормативные акты:
  - ✓ Федеральный закон от 10.12.1995 №196-ФЗ «О безопасности дорожного движения». Устанавливает общие требования к обеспечению безопасности дорожного движения.
  - ✓ Постановление Правительства РФ от 28.09.2009 №767 «О классификации автомобильных дорог в Российской Федерации». Определяет

классификацию дорог, что влияет на требования к организации движения на разных типах дорог.

✓ Документы по стандартизации, включённые в перечень, утверждённый распоряжением Правительства РФ от 04.11.2017 №2438-р. Обеспечивают безопасность дорожного движения при его организации на территории РФ.

На территории города Оренбурга разработкой и внедрением проектов организации дорожного движение не первый год занимаются специалисты испытательного центра «Оренбургстройиспытания», которые накопили значительный опыт по данному направлению. Масштаб работ уже охватил основные транспортные артерии города.

Разработка проектов организации дорожного движения в Оренбурге регулируется общими федеральными нормами, а также местными нормативными актами и спецификой городской транспортной системы. Основные особенности связаны с учётом региональных и городских особенностей инфраструктуры, транспортной нагрузки, а также с реализацией комплексных схем организации дорожного движения.

На региональном уровне действует Закон Оренбургской области «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Оренбургской области», который закрепляет принципы государственного регулирования в области дорожной деятельности, включая обеспечение безопасности дорожного движения и формирование сети дорог в соответствии со стандартами.

Администрацией города уделяется особое внимание комплексной схеме организации дорожного движения, которая постоянно актуализируется. В 2024 году — утверждена новая схема учитывающая последние тенденции развития транспортной инфраструктуры, действующая с 1 ноября 2024 года (утверждена постановлением администрации города от 18.12.2024 №2423-п).

Разработка и актуализация проектов организации дорожного движения учитывает специфические черты городской транспортной системы:

➢ Высокая транспортная нагрузка. В городе наблюдается значительный поток личного и грузового транспорта. По данным на 2023 год, в Оренбургской области около 800 тыс. автомобилей, большая часть из которых сосредоточена в областном центре.

➢ Проблемы с пропускной способностью. В центральной части города отмечаются недостаточная пропускная способность кольцевых пересечений на основных магистралях, неоптимизированные режимы работы светофоров, перегрузка отдельных участков.

➢ Ограничения для грузового транспорта. В историко-культурной части города введён запрет на движение грузового транспорта с разрешённой массой более 3,5 тонн. Для транзитных грузовых автомобилей предусмотрена объездная полукольцевая дорога.

➢ Проблемы с парковочным пространством. Нехватка парковочных мест приводит к несанкционированной парковке на тротуарах, пешеходных

переходах и других непредназначенных для этого местах, что снижает пропускную способность дорог и уровень безопасности.

- Развитие пешеходных и велосипедных зон. В центре города есть выделенная пешеходная зона на улице Советской, но велосипедная инфраструктура развита слабо: в центральной части города велосипедные дорожки отсутствуют, а вне центра они организованы только в микрорайоне Ростоши.

Проекты организации дорожного движения в Оренбурге проходят согласование с соответствующими органами. Реализация мероприятий часто осуществляется в рамках муниципальных программ и с привлечением бюджетных средств.

Таким образом, разработка проектов организации дорожного движения в Оренбурге сочетает соблюдение федеральных и региональных норм с учётом местных особенностей транспортной системы и необходимостью решения актуальных городских проблем.

Список литературы

1. Федеральный закон от 29.12.2017 №443-ФЗ «Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
2. Приказ Минтранса России от 18.02.2025 №49 «Об установлении требований к составу и содержанию документации по организации дорожного движения».
3. ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств».
4. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* (с Изменениями N 1, 2)
5. Об утверждении методических рекомендаций по разработке и реализации мероприятий по организации дорожного движения в части расчета значений основных параметров дорожного движения (не нуждается в госрегистрации) (с изменениями на 31 января 2024 года), Приказ Минтранса России №479.

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ

Гунько Н.М., Делигирова В.В. канд. тех. наук,
Иванова А. П. д-р техн. наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Стремительное вторжение технологий, связанных с использованием искусственного интеллекта, уже охватило многие сферы деятельности современного общества. Не стало исключением и такая область, как образование. Перспективы применения искусственного интеллекта в этой области заставляют задуматься о её будущем в ближайшее время, без продолжительных прогнозов. Как правильно воспринимать тандем образования и искусственного интеллекта, как очередной тренд, который исчерпает себя с течением времени, или же, как долгосрочную возможность плодотворного сотрудничества. Некоторые достоинства и недостатки такого взаимного дополнения заметны уже с первых совместных шагов.

Формирование гибкого обучения, потенциально станет приоритетным курсом на ближайшее время. В перспективе модулируемое обучение планируется направить на разработку учебного программного комплекса, адаптированного не под группы обучающихся, а под интеллектуальные возможности отдельно взятого студента [1].

Предполагается, что использование нейросетей в образовательном процессе позволит не только облегчить анализ успеваемость студентов, повысить степень восприятия и усвоения информации, но и сможет видоизменять учебный материал, подстраивать его под эмоциональное и психологическое состояния учащегося, его готовность реагировать на информацию, увеличив, таким образом, процент освоения учебного курса.

Переход на персонализированное обучение позволит подбирать материал в зависимости от личных возможностей и потребностей конкретного обучающегося, оптимизировав тем самым общую картину системы образования.

Несмотря на ещё непродолжительный период внедрения искусственного интеллекта в государственные образовательные программы, становится понятным, что в перспективе его использование перейдет на обязательный уровень, хотя уже сейчас находятся как противники, так и сторонники такого будущего.

Одновременно с очевидными преимуществами, интеграция нейросетей в образовательный процесс сопряжена с целым рядом проблем, которые нельзя игнорировать. Так, например, проблемы плагиата, которые заслуживают отдельного внимания. Широкий круг возможностей нейросетей, позволяет обучающимся выдавать работы, генерируемые искусственным интеллектом за

свой труд в разных областях, от решения аналитических задач до выполнения гуманитарных заданий. Существуют отличительные признаки, по которым можно выявить такие моменты, так от применения нейросети можно ожидать как употребление излишней сложности в формулирование мысли, так и использование неестественных ошибок и неточностей по содержанию текста.

Наряду с положительными впечатлениями, которыми на первый взгляд встретили внедрение искусственного интеллекта в систему образования, не стоит забывать и о других возможных рисках, связанных с резким появлением нейросетей в жизни обучающихся.

Соответствие данных, нравственные моменты, возможность воздействовать на развитие логического мышления учащихся, заставляют задуматься о целесообразности внедрения искусственного интеллекта в образовательный процесс.

Рассматривая основные потенциальные проблемы искусственного интеллекта как элемента современного образования можно выделить следующие:

- неточность в соответствии полученных данных из за ошибок перевода, требует значительного внимания. Приобретенная таким способом информация, не всегда отвечает действительности, являясь приблизительной и не достоверной, в связи с тем, языковая модель, может просто предлагать ложный перевод и выдать фактически неверные сведения. Формирование знаний обучающихся базируется как раз на этом фундаменте, и от таких ошибок зависит их дальнейшее интеллектуальное развитие. Нейросеть может без колебания предложить источники, не соответствующие действительности, искривить любые факты или выдать некорректные научные результаты. Без проверки полученной информации, обучающиеся могут получить и в дальнейшем использовать ложные факты.

- нравственные вопросы также не стоит игнорировать. В связи с тем, что нейросети проходят своё обучение на колоссальных количествах текстовой информации, при этом её содержание ничем не отслеживается, следовательно, нет никакой защиты от материалов с общественными, гендерными или расовыми пропагандами, которые в результате предлагаются для ознакомления широкому кругу обучающихся.

- воздействие на мышление обучающихся представляет наибольший риск в долгосрочной перспективе [2]. Этот момент наглядно демонстрирует недостатки применения искусственного интеллекта, так как наряду с освобождением времени, о котором так заботятся создатели, происходит снижение способности к саморазвитию студентов. Вместо использования, проработки и аналитической оценки литературного фонда и учебных материалов, они просто прибегают к нейросети, что приводит к потере знаний в определенной тематике и отсутствию навыков самостоятельной работы.

- остро стоит вопрос о безопасности персональных данных и сохранения конфиденциальности. К таким аспектам относятся личные данные обучающихся и те, что связаны с их успеваемостью, психологическими

характеристиками, сведения о дополнительных особенностях. Эти сведения собираются, накапливаются, обрабатываются на протяжении длительного времени на разных платформах. При отсутствии должной системы защиты, не исключена утечка информации, неправомерное её использование, и как следствие нарушение конфиденциальности.

Технологическое веяние в виде интеграция нейросетей в образовательные структуры представляется как средство перехода к персонализации в учебном процессе благодаря приобретенному опыту конкретного обучающегося, и для систематизации и автоматизации ежедневных задач.

Несмотря на выявленные недоработанные моменты, связанные с применением искусственного интеллекта, существуют и довольно положительные стороны его внедрения, так современный тренд открывает новые возможности развития для людей с особыми потребностями. Способность искусственного интеллекта приспосабливаться и учитывать различные индивидуальные особенности обучающихся, сказывается на потенциале расширения образовательных услуг. Системы способны подстраиваться под существующие ограничения, например при нарушении зрения - предлагать обучающимся другой, адаптированный под их возможности формат обучения.

При особенностях неврологического характера - предлагаются соответствующие формы обучения, для более продуктивного усвоения материала. Для учащихся с логопедическими проблемами искусственный интеллект может предложить информацию, преобразованную в аудио или другие интерактивные виды, а для тех, кто отличается гиперактивностью - разобьёт материал на короткие, но содержательные разделы. Этот факт позволяет добиться качественного обучения для более широкого круга людей [3].

При таком формате образования, предполагается, что многие функции преподавателя, такие как проверка выполнения задач, составление интерактивных форм обучения, то есть рутинные аспекты преподавания передадутся именно искусственному интеллекту, а человек сосредоточится на том, что недоступно такого рода технологиям, например эмоциональных составляющих, творческом мышлении, нравственных моментах обучения.

Рассчитывается, что, таким образом, технологии и человеческий фактор будут не противостоять, а дополнять друг друга.

Сегодня наблюдается тенденция к смене позиций некоторых стран, которые **запретили** использование нейросетей в учебных заведениях. Но в тоже время, по данным исследований Всемирного экономического форума, к 2027 году не менее 70% образовательных учреждений в развитых странах будут использовать AI-инструменты, как неотъемлемую часть образовательного процесса [3].

При выполнении аналитических заданий, нейросети не просто решают задачи, но и объясняют весь алгоритм действий, а при необходимости предлагают альтернативные методы и корректируют сложность материала [4].

При возникновении трудностей в изучении языков искусственный интеллект обеспечивает постоянную разговорную практику, исправляет ошибки в реальном времени и подбирает оптимальные материалы для расширения словарного запаса [3].

Нейросети на сегодняшний день пока только дополняют преподавателей, расширяя и совершенствуя способы и методы для выполнения ими своих профессиональных задач. Пока в образовании роль искусственного интеллекта связана с механической функцией, человек же отвечает за творческий, эмоциональный и логической потенциал.

Подводя итог выше сказанному, следует отметить, что при всех положительных моментах применения нейросетей, целесообразно **минимизировать их использование в образовании**. Существует опасность сброса в нейросеть негативной, ложной, экстремистской информации, нацеленной на воспитание молодого поколения. Не исключено, что в дальнейшем, для этих целей, может возникнуть тенденция на обязательную регистрацию и принудительное использование искусственного интеллекта. Широкое применение нейросетей может привести к полной замене преподавателей на искусственный интеллект и деградации обучающихся.

Список литературы

1. Делигирова В. В., Рахимова Н. Н. Проблемы психологии безопасности в техносфере // Шаг в науку,2020. - № 1. - С. 20-24. . - 5 с.

2. Гунько Н. М., Делигирова В. В. Анализ трансформации образовательного процесса в учебных заведениях // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., посвящ. 70-летию Оренбург. гос. ун-та, Оренбург, 30 янв. - 1 февр. 2025 г. /Оренбург : ОГУ,2025. - . - С. 3078-3081. . - 4 с.

3. https://kurshub.ru/journal/blog/nejroseti-v-obrazovanii-czifrovaya-evolyucziya-ili-vyzov/?ysclid=mknqgo1adz809089287

4. Вагапов Д.Д., Иванова А.П. Контроль качественных и геометрических параметров объекта при использовании технологии машинного зрения. В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции. Оренбург, 2024. С. 1102-1106.

СОВРЕМЕННЫЕ ФАСАДНЫЕ СТЕНОВЫЕ ПАНЕЛИ

Данилкина Н. А., Макаева А.А. канд. техн. наук, доцент, Юсупова А.М.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Аннотация. Рассматриваются современные решения в области фасадных трехслойных стеновых панелей, особое внимание уделяется выбору материала для внешнего слоя конструкции. Актуальность обусловлена растущим спросом на эффективные и долговечные материалы в современном строительстве. Представлены три основных типа материалов: полимерные композиты (ПВХ и полипропилен), металлические панели с полимерным покрытием и древесно-полимерный композит.

Ключевые слова: трехслойные стеновые панели, фасадные материалы, полимерные композиты, металлические панели, древесно-полимерный композит, строительные конструкции, энергоэффективность.

Трёхслойные панели представляют собой строительные конструкции, которые состоят из наружного и внутреннего слоев, и теплоизоляционного материала между ними. В современном строительстве трехслойные стеновые панели занимают особое место благодаря своей эффективности и универсальности. Рациональный выбор материала для внешнего слоя является ключевым фактором, определяющим эксплуатационные характеристики всего здания.

Эти конструкции нашли широкое применение не только при возведении наружных стен, но и в качестве кровельных систем, перегородок и других элементов зданий благодаря сочетанию прочности, теплоизоляции и других качеств.

В зависимости от назначения и используемых материалов различают несколько типов трёхслойных панелей. По материалу изготовления выделяют металлические панели - современный трехслойный строительный материал, который состоит из двух оцинкованных (чаще профилированных) стальных листов и теплоизоляционного материала, заключенного между ними. В зависимости от назначения выделяются стеновые и кровельные [1]. Железобетонные варианты характеризуются наличием наружного и внутреннего слоёв из различных видов бетона или железобетона с теплоизоляционным материалом по середине. Существуют конструкции на основе полимеров, например, панели с внешними слоями из ПВХ и утеплителем внутри.

По способу монтажа различают трёхслойные несущие панели, обладающие повышенной прочностью и применяемые в бескаркасных зданиях, навесные конструкции с меньшими габаритами, а также самонесущие панели, схожие с навесными, но имеющие увеличенные размеры.

Внешний слой трёхслойных панелей выполняет важные защитные и декоративные функции. В качестве материала для наружного слоя могут применяться различные варианты. Металлические решения представлены стальными или алюминиевыми листами. Пластиковые материалы включают ПВХ и полипропилен, обеспечивающие лёгкость конструкции и устойчивость к ультрафиолетовому излучению.

Особой популярностью пользуется древесно-полимерный композит, сочетающий преимущества натурального дерева и современных полимеров. Этот материал не подвержен гниению и способен имитировать различные текстуры.

При выборе материала для наружного слоя учитываются такие факторы, как механическая прочность, устойчивость к атмосферным воздействиям, вес конструкции, декоративные качества и экономическая целесообразность.

Не значительная плотность конструкции позволяет снизить нагрузку на фундамент и упростить монтаж панелей. При этом материал должен сохранять первоначальный вид на протяжении всего срока эксплуатации.

Обладая достаточной прочностью и долговечностью, конструкции способны выдерживать механические нагрузки и влияние окружающей среды [2]. Особое внимание уделяется устойчивости к атмосферным воздействиям, включая температурные перепады, ветровые нагрузки и различные виды осадков.

При эксплуатации материалов в агрессивных средах, например, в условиях морского климата или при повышенном загрязнении воздуха, рекомендуется использовать покрытия с усиленными антикоррозийными свойствами, например, поливинилдифторидные составы. Правильный выбор типа трёхслойной панели и материала для внешнего слоя зависит от множества факторов, включая специфику проекта, климатические условия и бюджет строительства.

Экономическая эффективность трёхслойных панелей обусловлена несколькими важными факторами. Прежде всего, их применение позволяет существенно сократить расходы на отопление зданий благодаря высоким теплоизоляционным свойствам, что особенно актуально в условиях растущих цен на энергоносители.

Применение трёхслойных панелей является экономически обоснованным решением, особенно при строительстве промышленных объектов, торговых центров и складских помещений, где важна не только экономия на строительстве, но и долгосрочная эксплуатационная эффективность.

Среди современных решений особое место занимают полимерные материалы. ПВХ-панели, имеющие толщину от 1 до 2 миллиметров, отличаются низкой стоимостью и разнообразием фактур. Они успешно имитируют различные природные материалы, устойчивы к ультрафиолетовому излучению.

Более прогрессивным вариантом являются полипропиленовые панели толщиной 1,6 - 2,2 миллиметра. Они превосходят ПВХ-панели по механической

прочности, хотя требуют особого подхода при монтаже конструкции из-за температурного расширения [3].

Металлические панели с полимерным покрытием являются эффективным решением для фасадных конструкций. Тонкие листы стали или алюминия (0,5-0,7 миллиметра) с защитным покрытием обеспечивают высокую прочность и долговечность [4]. Различные типы покрытий, такие как полиэстер, пластизол и поливинилфторид, защищают металл от коррозии и разнообразят внешний вид материала.

Древесно-полимерный композит (ДПК) сочетает в себе преимущества натурального дерева и современных полимеров. Этот материал успешно имитирует деревянную обшивку, при этом не подвержен гниению и не требует особого ухода. Панели из ДПК отличаются простотой монтажа и длительным сроком службы [5].

При проектировании трехслойных панелей особое внимание уделяется системе связей между слоями. Важно предусмотреть температурные швы для компенсации расширения материалов и правильно организовать горизонтальные стыки [6].

Современные трехслойные панели находят широкое применение в строительстве. Они эффективно используются как в новом строительстве, так и при реконструкции существующих зданий. Панели подходят для создания цокольных этажей и навесных фасадов, могут применяться при устройстве витрин и оформлении этажей зданий.

Выбор материала для внешнего слоя трехслойной стеновой панели требует комплексного подхода. Полимерные материалы оптимальны для экономичного строительства, металлические покрытия подходят для объектов с повышенными нагрузками, а ДПК позволяет создавать фасады с имитацией натуральных материалов [7].

При правильном подборе материала и соблюдении технологии монтажа современные трехслойные панели обеспечивают высокую энергоэффективность здания, долговечность конструкции и привлекательный внешний вид. Инвестиции в качественные материалы окупаются за счет снижения затрат на обслуживание и ремонт в процессе эксплуатации.

Список литературы

1. Кодзоев М. - Б. Х., Исаченко С. Л. Сэндвич-панель. Материалы и конструкции / Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №2. 224 - 227 с.

Режим доступа: http://www.bulletennauki.com/kodzoev-isachenko (дата обращения 17.01.2026).

2. Федосов С. В., Ибрагимов А. М., Гнедина Л. Ю. Проблемы трехслойных ограждающих конструкций / Жилищное строительство. 2012. № 7. 9 – 12 с.

3. Данель В. В. Трехслойные наружные стеновые панели с повышенной несущей способностью / Жилищное строительство. 2014. № 7. 48 – 51 с.

4. Данель В. В. Способ повышения несущей способности наружных трехслойных стеновых панелей / Жилищное строительство. 2013. № 12. 5 – 8 с.

5. Жуков, А. Д. Фасадные строительные материалы : учебное пособие / А. Д. Жуков. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 192 с.

6. Данель В. В. Стык наружных стеновых панелей с монолитным железобетонным поясом / Жилищное строительство. 2013. № 7. С. 12 – 13.

7. Барабанщиков, Ю. Г. Строительные материалы и изделия : учебник / Ю. Г. Барабанщиков. – Москва : КУРС, 2020. – 232 с.

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «ОРЕНБУРГСТРОЙИСПЫТАНИЯ»: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Дергунов С. А. канд. техн. наук, доцент,
Федосеенко Г. В., Спирина А. Ю., Сериков С. В.,
Горбачев С. В. канд. техн. наук, доцент,
Сатюков А. Б. канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

На территории Оренбургской области до 2003 г. Не было ни органа по сертификации строительной продукции, ни одного соответствующего испытательного центра строительных материалов, изделий и конструкций.

Работа по созданию органа и лаборатории по сертификации строительной продукции в нашем регионе была начата в 2000 году по инициативе ученых кафедр строительных конструкций и технологии строительных материалов и изделий при активной поддержке управления администрации области по инвестициям в строительстве, жилищно-коммунальном и дорожных хозяйствах под руководством заместителя главы Карпова Ю.Н.

20 июня 2001 г. Законодательным Собранием области был принят Закон Оренбургской области «Об отраслевой инвестиционной программе «Развитие материальной базы строительного комплекса Оренбургской области в 2001-2003 годах», в которой предусмотрено госбюджетное финансирование на создание экспертно-испытательного центра строительных материалов.

Автономная некоммерческая организация «Технопарк ОГУ» (учредитель ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет») на тот момент в лице директора Лисицкого И.И. активно включился в создание испытательного центра под руководством заведующей кафедрой технологии строительных материалов, изделий и конструкций Рубцовой В.Н.

В 2002 г. был заключен договор с областной администрацией и начато финансирование организации центра на базе лабораторий кафедр «Технология строительных материалов, изделий и конструкций» и «Строительные конструкции». Проведен ремонт помещений, приобретены необходимые приборы, поверено силовое и измерительное оборудование, сотрудники центра прошли обучение в Госстрое Российской Федерации.

В конце января 2003 г. в ВУЗе работала комиссия Госстроя РФ, которая приняла решение аккредитовать испытательный центр «Оренбургстройиспытания» и рекомендовала ускорить работу по созданию органа по сертификации строительной продукции на базе АНО «Технопарк ОГУ».

На тот момент область компетенции в испытаниях и оценке качества строительной продукции содержала 12 направлений материалов, наиболее широко применяемых в строительной индустрии (стеновые, кладочные,

отделочные, облицовочные материалы, бетоны и строительные растворы, смеси бетонные, железобетонные и бетонные конструкции, минеральные вяжущие вещества, теплоизоляционные, звукоизляционные и звукопоглощающие материалы, заполнители для бетонов и растворов дорожные материалы и деревянные конструкции).

Деятельность центра на тот момент была строго сфокусирована на испытаниях исключительно строительных материалов и изделий в границах лаборатории и с участием только сотрудников кафедры «Технология строительных материалов, изделий и конструкций», что существенно снижало кругозор деятельности и возможности коллектива.

В период с 2003 по 2006 гг. сотрудники центра принимают активное участие в деятельности «Союза строителей Оренбургской области», специализированных выставок «УралЭкспо» и в презентациях новой строительной продукции региональных представительств ряда производителей («КНАУФ Пермь», «Урса» и т.д.). В докладах, сообщениях и выступлениях по телевидению большое внимание уделяется необходимости повышения качества строительной продукции, ее сертификации, действующей нормативной документации в области строительства в свете Закона «О техническом регулировании».

Дополнительно центр оказывал техническую помощь предприятиям стройиндустрии и частным лицам, производящих или использующих строительную продукцию, в виде консультаций, технологической экспертизы, оформления документации и др.

При поддержке Министерства строительства, жилищно-коммунального и дорожного хозяйства Оренбургской области проводилась работа по приобретению и изготовлению установок и оборудования для испытания широкой номенклатуры строительной продукции, в том числе относящейся к области обязательной сертификации.

В 2006 г. в целях поддержки и развития материально-технической базы ИЦ «Оренбургстройиспытания» для испытания строительной продукции входящий в перечень обязательной сертификации, на территории Российской Федерации со стороны Государственного учреждения жилищно-коммунального и социального строительства Оренбургской области было профинансировано ремонт, приобретение и введение в эксплуатацию испытательного оборудования по двум новым направлениям:

- оконные и дверные конструкции, приборы и крепежные изделия к ним,
- сталь горячекатанная для армирования железобетонных конструкций.

С 2007 по 2014 г. центр дважды проходил переаккредитацию с промежуточными инспекционными контролями, работал в единой конве с Органом по аккредитации в строительстве, созданном при кафедре строительных конструкций университета.

Около 85 % объема коммерциализации услуг и работ центра приходились по заявкам со стороны Министерства строительства, жилищно-коммунального, дорожного хозяйства и транспорта. Лишь 15 % заявок приходилось со стороны предприятий реального сектора экономики.

При этом сотрудники центра и кафедры активно развивали реализацию госбюджетных научно-исследовательских работ, участвовали в конкурсах и грантах различного уровня, повышали свою публикационную активность.

Молодыми сотрудниками было защищено две кандидатские диссертации.

В данный период был создан научно-исследовательский институт «Строительное материаловедение», координирующий работу ведущих специалистов по различным научно-исследовательским направлениям с целью:

– расширения международного научно-технического сотрудничества с вузами и научно-исследовательскими учреждениями;

– организации фундаментальных, поисковых и прикладных исследований по приоритетным научно-техническим направлениям;

– подготовки кадров высшей квалификации, повышения качества образовательных услуг, популяризации научно-исследовательской работы в студенческом сообществе;

– создания и развития системы подготовки научно-технической продукции к производству, выпуску и реализации;

– использования научно-технического потенциала для разработки и создания конкурентной наукоемкой научно-технической продукции, образцов новых материалов и технологий.

Данная структура обнаучивала облик испытательного центра «Оренбургстройиспытания» как структурного подразделения ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет».

Выполнено три региональных гранта в области строительного материаловедения.

Ориентир выполнения работ и оказания услуг по заявкам профильного министерства и реализация научно-исследовательских работ, соответствующих исключительно профилю кафедры, существенным образом сужали возможности и перспективы центра как субъекта малого предпринимательства.

2014 г. привнес значительные изменения в организационно-правовую и социально-экономическую составляющую испытательного центра «Оренбургстройиспытания».

В первую очередь это связано с модернизацией структурных подразделений ВУЗа. Создана кафедра автомобильных дорог и строительных материалов основой которой стал профессорско-преподавательский состав кафедр «Автомобильные дороги» и «Технология строительных материалов, изделий и конструкций». С момента создания она стала базовой для реализации деятельности испытательного центра как рычага ее обеспеченности и плотного взаимодействия с предприятиями реального сектора экономики в сфере гражданского и дорожного строительства [1].

До 2014 г. испытательный центр «Оренбургстройиспытания» юридически находился в ведомстве АНО «Технопарк ОГУ», учредителем которого являлся ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет». С 2014 г. по 2016 г. являлся лабораторией Научно-исследовательского центра мониторинга зданий и сооружений на базе которого реализовывал деятельность орган по сертификации в строительстве. С 2016 г. центр стал структурным подразделением ВУЗа на основании приказа №689 от 24.10.2016 г., в связи с чем проведена глобальная работа по реформированию нормативно-правовой документации, переориентирование направлений деятельности, активизация потенциальных возможностей и перспектив коммерциализации деятельности, расширение границ оказания услуг предприятиям реального сектора экономики. С того момента центр реализует не только лабораторные испытания строительной продукции в границах аудиторий, а также производит мобильный контроль на объектах строительства, выполняет экспертизы различного уровня, проводит диагностики объектов, производит экспертные оценки и т.д.

Информация о центре нашла отражение в различных информационных базах и реестрах, создан сайт, который продвигается в интернете и постоянно актуализируется [2-8].

Именно на тот момент создалось основное направление центра, которое реализуется по сегодняшний день – комплексная оценка качества и технологических процессов производств.

С 2015 г. по 2025 г. испытательным центром «Оренбургстройиспытания» существенным образом модернизирована и расширена область компетенции центра. Если в 2015 году область деятельности лаборатории содержала всего 12 направлений, то на текущий момент аттестовано 29 направлений. Каждое из направлений характеризуется своим набором лабораторно-экспериментального оборудования, т.е. расширена материально-техническая база.

Во всем мире и все времена благополучие университетов определяется политикой государства. Компетентность будущего специалиста и его набор знаний и умений определяется как профессионализмом профессорско-преподавательского состава структурных подразделений ВУЗа, так и материально-технической базой с обеспеченностью учебного процесса. С учетом сложившегося дефицита бюджетных ассигнований последнее является крайне затруднительным. Создание центров, деятельность которых направлена на реализацию работ и услуг, в нашем случае услуга по комплексной оценке качества строительной продукции и технологических процессов производств, по заказам предприятий реального сектора экономики, является панацеей для технических материалоемких специальностей.

На сегодняшний день Испытательный центр «Оренбургстройиспытания» играет важную роль в развитии кафедры автомобильных дорог и строительных материалов архитектурно-строительного факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет», способствуя развитию как самого структурного подразделения, так и университета в целом.

Высококвалифицированный и слаженный коллектив центра позволяет мобильно решать задачи различного уровня, находить альтернативные решения, своевременно достигать поставленные цели, реализовывать поиск новых объектов.

В год 70-летия вуза в Оренбургском государственном университете запущено в работу новое научно-образовательное пространство. Совместно с ООО «Аккерманн цемент» создан комплекс лабораторий для проведения широкого спектра работ в области строительного материаловедения. Торжественное открытие площадки состоялось 24 января 2025 г., в преддверии Дня российского студенчества.

Помимо участия в крупных мероприятиях, позиционирующих услугу комплексной оценки качества строительных материалов и технологических процессов производств, сотрудники испытательного центра активно продвигают значимость технических специальностей, привлекают к исследованиям и работам по решению проблем предприятий реального сектора экономики студенческий контингент, т.е. кадры нового поколения.

Некоторые аспекты роли центра:

– дополнительное финансирование. Испытательный центр «Оренбургстройиспытания» может служить источником средств для деятельности кафедры,

– развитие материально-технической базы. Испытательный центр «Оренбургстройиспытания» позволяет внедрять в производство результаты инновационной деятельности, исключительные права на которые принадлежат кафедре,

– реализация инновационных научных проектов. Испытательный центр «Оренбургстройиспытания» помогает воплощать на практике творческие замыслы, проекты и инновационные бизнес-идеи преподавательского состава и студентов,

– рост эффективности учебного процесса. Испытательный центр «Оренбургстройиспытания» позволяет проводить дополнительные практические занятия для студентов,

– повышение конкурентоспособности. Испытательный центр «Оренбургстройиспытания» способствует востребованности студентов и преподавателей вуза на рынке труда,

– повышение имиджа. Испытательный центр «Оренбургстройиспытания» создаёт в вузе атмосферу инноваций, в которой развиваются новые технологии и «растут» новые кадры.

Таким образом, Испытательный центр «Оренбургстройиспытания» выступает связующим звеном между наукой и реальным сектором экономики региона.

В целях развития материально-технического благополучия структурных подразделений ВУЗа необходимо расширение и масштабирование деятельности испытательного центра «Оренбургстройиспытания» с вовлечением в хоздоговорные работы с предприятиями реального сектора экономики

профессорско-преподавательского состава прочих кафедр и факультетов, однако стоит вопрос в сотрудниках, которые зачастую неспособны работать в ритме этих организаций и совмещать это с учебным процессом.

Список литературы

1. История // Кафедра автомобильных дорог и строительных материалов /Архитектурно-строительный факультет // Оренбургский государственный университет [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.osu.ru/doc/652/kafedra/6467/info/0 (Дата обращения: 10.10.2025).

2. Испытательный центр «Оренбургстройиспытания» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ореniспытания.рф/ (Дата обращения: 10.10.2025).

3. Испытательный центр «Оренбургстройиспытания» // Оренбургский государственный университет [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.osu.ru/doc/4733 (Дата обращения: 10.10.2025).

4. Союз производителей сухих строительных смесей [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.spsss.ru/ (Дата обращения: 10.10.2025).

5. Программа 100 лучших товаров России // Конкурс отечественной продукции и услуг // Комплексная оценка качества строительной продукции и технологических процессов производств [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.100best.ru/content/tovary-i-predpriyatiya?i1=13071&i2=56515 (Дата обращения: 10.10.2025).

6. Программа 100 лучших товаров России // Конкурс отечественной продукции и услуг // Комплексная оценка качества строительной продукции и технологических процессов производств [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.100best.ru/content/tovary-i-predpriyatiya?i1=13071&i2=51176 (Дата обращения: 10.10.2025).

7. Программа 100 лучших товаров России // Конкурс отечественной продукции и услуг // Комплексная оценка качества строительной продукции и технологических процессов производств [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.100best.ru/content/tovary-i-predpriyatiya?i1=13071&i2=46230 (Дата обращения: 10.10.2025).

8. Постановление правительства Российской Федерации № 218 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102137386 (Дата обращения: 10.10.2025).

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВ

Дергунов С. А. канд. техн. наук, доцент,
Федосеенко Г. В., Спирина А. Ю., Сериков С. В.,
Горбачев С. В. канд. техн. наук, доцент,
Сатюков А. Б. канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Комплексная оценка качества и технологических процессов производств относится к услугам производственно-технического назначения которая реализуется Испытательным центром «Оренбургстройиспытания» Оренбургского государственного университета для предприятий реального сектора экономики в области строительства гражданской и транспортной инфраструктуры региона, производства и применения строительных материалов, изделий и конструкций.

На территории региона размещены запасы различных месторождений нерудного сырья, которые используются в производстве строительных материалов: асбест, гипс, каолин, глины, строительный и облицовочный камень, мрамор, мел, известняк, песчано-гравийная смесь, цементное сырье и другие. В целом все строительные природные ресурсы можно разделить на 5 групп: цементное сырье (мел, гипс, трепел, опока, известняк, каолин и др.), основа бетонной смеси (песчано-гравийная смесь, песок), строительный камень (гранит, туф, диабаз и др.), блоки для возведения стен (глины красные, глины керамзитовые, каолин и др.), декоративные материалы (мрамор, доломит, гранит и др.). Как можно заметить, некоторые из строительных природных ресурсов могут попадать в 2 группы, вследствие свойств того, или иного полезного ископаемого (каолин, гранит и др.).

За последние годы в Оренбургской области наблюдается бурный рост объемов работ в строительстве. Особенно заметен рост в крупнейших городах области и их пригородах. Это подталкивает не только к увеличению объемов производства строительных материалов, но и к использованию новейших технологий в строительстве. Так можно задействовать гораздо больше строительных природных ресурсов области, которые на данный момент не пользуются большим спросом.

Регион обладает так же широким потенциалом производства искусственных строительных материалов

Искусственные строительные материалы – это материалы, которые получают из природного минерального и органического сырья (песка, глины, нефти, газа, известняка и т. д.) и промышленных отходов (шлаков, золы и др.) по специальной технологии. Полученные материалы отличаются от исходного

сырья по строению и химическому составу, что обусловлено переработкой сырья в заводских условиях.

Региональные производственные мощности располагают к выпуску широкой номенклатуры строительных материалов различного функционального назначения для всех этапов выполнения строительно-монтажных работ на объектах строительства.

Испытательный центр «Оренбургстройиспытания» располагает соответствующей материально-технической базой и регламентирующими документами для оценки качества широкой номенклатуры строительных материалов.

Компетентность испытательного центра подтверждается периодической переаттестацией Федеральным бюджетным учреждением «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Оренбургской области», переаккредитацией в системе добровольной сертификации подтверждения соответствия и анализа риска, ежегодными поверками, калибровками и аттестации испытательного оборудования.

В процедуру переаттестации и переаккредитации включены проверки на соответствие требованиям нормативно-правовым документам Российской Федерации материально-технической базы, квалификации персонала, внутреннего и внешнего документооборота и т.д. В случае положительного решения выдаются документы установленного образца, представленные на рисунке 1.

Непредвзятость результатов испытаний и заключений определена статусом центра, расположенного на базе организации (ФГБОУ ВО ОГУ) не имеющей никакого отношения к производству и применению строительных материалов, изделий и конструкций. Это придает особый авторитет испытательному центру.

Испытательный центр «Оренбургстройиспытания» пользуется авторитетом среди потребителей его услуг т.к. обладает соответствующей материально-технической базой, квалифицированным персоналом и непредвзятым отношением к своим решениям.

Во многих случаях при испытании строительной продукции выявляются отклонения, дефекты и прочие несоответствия по качеству и внешнему виду изделий. Данный факт подробно описывается при желании заказчика в сопроводительных письмах. Причиной несоответствия чаще всего выступает дисбаланс технологического процесса на производственной площадке. В этом случае вступает следующий этап взаимодействия по привлечению центра к отладке технологии производства строительной продукции с оптимизацией пооперационной деятельности на предприятии. Применяются различные методы сбора информации о технологическом процессе от элементарной фиксации параметров до составления фотографии рабочего дня.

По полученным результатам составляется отчет и разрабатывается технологический регламент производства, который утверждается в установленном порядке и передается заказчику.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «Оренбургский ЦСМ»)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
№ 2337
о состоянии измерений в лаборатории

Выдано «19» декабря 2022 г.
Действительно до «19» декабря 2025 г.

НАСТОЯЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ УДОСТОВЕРЯЕТ, ЧТО
ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «ОРЕНБУРГСТРОЙИСПЫТАНИЯ» ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ИЦ «ОРЕНБУРГСТРОЙИСПЫТАНИЯ» ФГБОУ ВО «ОГУ»)
ЮРИДИЧЕСКИЙ АДРЕС: 460018, Г. ОРЕНБУРГ, ПР. ПОБЕДЫ, Д. 13;
ФАКТИЧЕСКИЙ АДРЕС: 460018, Г. ОРЕНБУРГ, ПР. ПОБЕДЫ, Д. 13

ИМЕЕТ НЕОБХОДИМЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ В ОБЛАСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОГЛАСНО ПРИЛОЖЕНИЮ

Заключение оформлено по результатам проведенной оценки состояния измерений по МИ 2427-2022.

Приложение: Перечень объектов и контролируемых в них показателей на 31 листе.

И.о. директора ФБУ «Оренбургский ЦСМ» А.П. Антипова

460021, Россия, Оренбургская область, г. Оренбург, ул. 60 лет Октября, д. 2 «Б»

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
СИСТЕМА ДОБРОВОЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ И АНАЛИЗА РИСКА
РОСС RU.Я2388.04АСП0

СВИДЕТЕЛЬСТВО АККРЕДИТАЦИИ (РЕГИСТРАЦИИ СООТВЕТСТВИЯ) ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА «ОРЕНБУРГСТРОЙИСПЫТАНИЯ»
№ ИКЛ–001/2021

Зарегистрировано 01 июня 2021 г. Действительно до 01 июня 2026 г.

Настоящие свидетельство удостоверяет, что испытательный центр «Оренбургстройиспытания» ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» соответствует требованиям к компетентности, предъявляемым ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2019 «Общие требования к компетенции испытательных и калибровочных лабораторий» и требованиям Системы.
Область деятельности определена приложением к настоящему свидетельству.
Заявитель: ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13.
Испытательный центр «Оренбургстройиспытания» ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» соответствует требованиям национальных стандартов: ГОСТ Р 58137-2018 «Дороги автомобильные общего пользования. Руководство по оценке риска в течение жизненного цикла», ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».
Свидетельство выдано на основании: исследований в собственной испытательной лаборатории, расчета рисков по программе «Услуга расчета, оценки и анализа риска» (гос. регистрация № 2019661451). Установлен минимально допустимый риск недостижения целей и требований по безопасности технического регламента Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог» (ТР ТС 014/2011) и Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Услуга экспертизы и регистрации соответствия проведена на основе Соглашения Российской Федерации с ВТО о технических барьерах в торговле и Договора о Евразийском экономическом союзе (Приложение 9) вместо проверки соответствия по ГОСТ ТР ТС 014/2011 на основе схемы проверки соответствия 1Д.

Руководитель руководящего органа Кочетков А.В.

01 ИЮН 2021

Свидетельство аккредитации действительно при совладении данных о системе сертификации на официальном сайте РОССТАНДАРТ www.rst.gov.ru в реестре систем сертификации.

СДС зарегистрирована 22 марта 2021 г., рег. номер РОСС RU.Я2388.04АСП0.

Рисунок 1 – Регламентирующие документы испытательного центра «Оренбургстройиспытания»

В результате проведения исследований по настройке и отладке технологических параметров производственных процессов и получения соответствующих решений, рекомендаций или технологического регламента всегда встает вопрос о стабильности производственного процесса во времени.

Для этого необходимы соответствующие современные квалифицированные кадры обладающими помимо профессиональных компетенций производственного объекта так и иметь в запасе пул цифровых и коммуникативных знаний, умений и навыков.

С этой целью к работам и исследованиям центра привлекаются студенты выпускных курсов. Самые активные и инициативные в последствии отмечаются семестровыми именными стипендиями испытательного центра «Оренбургстройиспытания». В дальнейшем при обоюдном согласии студента усилить свою компетентность в направлении производственного предприятия на условиях гарантированных заказчиком работ уже на кафедре автомобильных дорог и строительных материалов производится дополнительное обучение студента в направлениях усиления необходимых компетенций для успешной его реализации в штате организации-заказчика.

Обобщая вышесказанное, необходимо отметить, что испытательный центр «Оренбургстройиспытания» как квалифицированная и авторитетная организация оказывает предприятиям реального сектора экономики услугу по

комплексной оценке качества и технологических процессов производств от установления проблем с качеством изделий до обеспечения квалифицированным кадровым потенциалом.

С данной услугой - комплексная оценка качества и технологических процессов производств - Испытательный центр «Оренбургстройиспытания» участвовал в Всероссийском конкурсе Программы «100 лучших товаров России» в номинации «Услуга производственно-технического назначения» (2018, 2021, 2023 и 2025 г.г.). Данный конкурс организован МОО «Академия проблем качества» и проводится с 1998 г. при активном участии региональных Центров стандартизации, метрологии и испытаний на основе общественно-государственного соглашения о партнерстве и сотрудничестве с Росстандартом. Ежегодно в конкурсе участвуют тысячи предприятий всех субъектов Российской Федерации.

Постоянный интерес к конкурсу обусловлен и тем, что он дает возможность конкурсантам самостоятельно дать оценку конкурентосостоятельности своей продукции и получить общесистемное представление о состоянии своей деятельности на предмет соответствия современным требованиям. Конкурсные процедуры фактически позволяют товаропроизводителю пройти конкурсный аудит – совместно с экспертами выявить сильные и слабые стороны в работе, увидеть возможности своего дальнейшего развития. Статус победителя здесь становится эффективным маркетинговым инструментом, позволяющим увеличивать продажи, получать преимущества при выводе товара на новые рынки сбыта, привлекать новых клиентов и повышать лояльность целевых аудиторий.

ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС ПРОГРАММЫ
«100 ЛУЧШИХ ТОВАРОВ РОССИИ»
ЛАУРЕАТ
Комплексная оценка качества строительной продукции и технологических процессов производств
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», Испытательный центр «Оренбургстройиспытания»
Оренбургская область
Диплом № 2023560101801
Первый вице-президент МОО «Академия проблем качества», Заместитель председателя Совета по качеству при Росстандарте Б.В. Бойцов
Москва

ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС ПРОГРАММЫ
«100 ЛУЧШИХ ТОВАРОВ РОССИИ»
ПОЧЕТНЫЙ ДИПЛОМ
«ЗОЛОТАЯ СОТНЯ»
награждается
Комплексная оценка качества строительной продукции и технологических процессов производств
услуга вошедшая в первую сотню лучших товаров 2023 года
Производитель
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», Испытательный центр «Оренбургстройиспытания»
Оренбургская область
Диплом № ЗС2023560101801
Первый вице-президент МОО «Академия проблем качества» Заместитель председателя Совета по качеству при Росстандарте Б.В. Бойцов
Москва

Рисунок 2 – Дипломы Всероссийского конкурса «100 лучших товаров России»

Знак победителя «100 лучших товаров России» можно наносить на упаковку и размещать в документации к товару на протяжении двух лет. Наиболее выдающимся товарам присваивается звание «Золотая сотня». Так же в Конкурсе предусмотрены персональные награды для лучших руководителей и работников – почетные знаки «За достижения в области качества» и «Отличник качества».

По итогу конкурсного отбора коллектив испытательного центра в 2018 и 2021 годах стал дипломантом данного мероприятия. В 2023 и 2025 годах стал лауреатом Всероссийского конкурса и отмечен Почетным дипломом «Золотая сотня» с возможностью нанесения золотого логотипа победителя конкурса «100 лучших товаров России» (рис. 2 и 3).

Рисунок 3 – Логотипы для маркировки выпускаемой продукции или оказываемых услуг

Почетные знаки «Отличник качества» вручены сотрудникам центра Сатюкову А. Б. (2018 г.), Федосеенко Г. В. (2021 г.), Спириной А. Ю. (2023 г.), Сериков С. В. (2025 г.). Почетный знак отражен на рисунке 4.

Рисунок 4 – Почетный знак «Отличник качества»

ПРОБЛЕМА КООПЕРАЦИИ ВУЗОВ С ПРЕДПРИЯТИЯМИ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ

Дергунов С.А. канд. техн. наук, доцент,
Ольховая Т.А., д-р пед. наук профессор,
Федосеенко Г.В., Спирина А.Ю., Хвалев П.С.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Проблема эффективности взаимодействия ВУЗов с предприятиями реального сектора экономики, остается и будет актуальной в ближайшей и отдаленной перспективе. Условия и характер межинституционального взаимодействия высшей школы и производства (региональных промышленных предприятий) является важной задачей и основой реализации управленческой деятельности на уровне макрорегиона.

Вся совокупность форм взаимодействия высшей школы и промышленности может быть условно разделена на два типа в зависимости от субъекта, от которого исходит инициатива:

1) в большинстве случаев инициатива исходит от вузов и предприятий, то есть имеет место частная инициатива;

2) в случае, когда государство признает за вузом роль по удовлетворению требований промышленности в целях экономического развития страны, инициатива исходит и от государства.

Это означает, что на самом высоком уровне осознается необходимость координированного развития высшей школы и промышленности. Государственная инициатива по развитию взаимосвязи между промышленностью и высшей школой может быть выражена посредством издания законодательных актов, создания специальных государственных органов (например, комиссий или советов), развития целевых государственных программ. В мировой практике вопросы кооперации высшей школы с предприятиями реального сектора экономики разрешаются по-разному.

Развитие более тесных контактов с производством - одна из центральных задач высшей школы Франции. В Законе о высшем образовании 1984 г. установление такого рода контактов четко прослеживается на всех уровнях. Усиление профессионализации высшего образования отражается непосредственно на его содержании. Во Франции квалификационные требования к специалистам утверждаются министерством образования. Наблюдение за содержанием учебных программ и развитием учебных планов большинства специализированных учебных заведений осуществляют национальные управления, в которых представлены соответствующие отрасли производства [1].

В Германии все более широкое развитие получает обучение специалистов вне регулярной системы образования. Около одной трети выпускников средней

школы учатся в образовательных учреждениях, финансируемых государственными и муниципальными органами. Половина из них получают подготовку, организуемую предприятиями и фирмами в сотрудничестве с соответствующими вузами [2]. Этот факт свидетельствует о том, что, хотя на государственном уровне не проводится серьезной работы по развитию связей вузов и промышленности, за исключением программ по профессионализации, указанные связи развиваются на уровне отдельных вузов и предприятий.

В Мексике разрабатывается организационная модель, взаимными участниками которой становятся промышленные предприятия и вузы. Такой тип взаимодействия направлен на то, чтобы мексиканские вузы стали более активными участниками экономической модернизации, а также на смягчение диспропорций между спросом и предложением на квалифицированную рабочую силу на рынке труда. С одной стороны, мексиканский рынок труда не в состоянии поглотить тех выпускников, которые его пополняют, с другой стороны, есть «ниши», где не хватает квалифицированных кадров. Новая практика некоторых вузов показала, что при налаживании связей с окружающей промышленной средой учебный процесс протекает более рационально и целенаправленно, а проблемы трудоустройства молодежи решаются более успешно. Для координации деятельности в этом направлении созданы специальные комиссии, в которые входят ректоры, представители промышленных комплексов и местных администраций [3].

В Пекине был создан «Фьючерсный рынок для высококвалифицированных специалистов», в рамках которого «Общекитайская сеть информации по трудоустройству» формирует банк данных, содержащий информацию, какую работу предпочли бы после окончания учебы студенты и аспиранты пекинских вузов. Выступая в качестве посредника, «Фьючерсный рынок» представляет эту информацию заинтересованным организациям, способствуя тем самым «встрече выпускников с потенциальными нанимателями» и «взаимному выбору» [4].

В Японии для совершенствования содержания обучения вводятся новые, в основном междисциплинарные предметы, знание которых необходимо для управления бизнесом в условиях информационного общества. Это привело к диверсификации университетских курсов и требовало новых методов обучения. Для работы в университетах стали привлекать экспертов - работников крупных фирм, а также ученых из НИИ различных компаний. Это вызвано необходимостью готовить квалифицированные молодые кадры с высоким интеллектуальным потенциалом. Таким образом осуществляется более строгая увязка общего и специализированного обучения на протяжении всего периода пребывания в университете» [5].

Из всей совокупности стран, наиболее масштабная государственная инициатива в рассматриваемой области отмечается во Франции, Мексике и Китае. Данное положение можно объяснить следующими факторами: Франция является одной из самых развитых стран современного мира, и вполне естественно, что современные подходы к развитию образования и экономики

находят отражение в ее государственной политике; Мексика и Китай – одни из наиболее успешно развивающихся стран мира последних двадцати лет. В обеих странах последние двадцать лет идут процессы серьезных перемен (в Китае – фактически смена экономической системы, в Мексике – развитие рыночной экономики), что вызывает необходимость адаптации высшего образования и промышленности к новым экономическим условиям.

Взаимоотношения высшей школы и промышленности в Советском Союзе осуществлялись в двух основных формах:

- система распределения молодых специалистов,
- система целевой контрактной подготовки специалистов.

Система распределения регулировалась Положением о межреспубликанском, межведомственном и персональном распределении молодых специалистов, оканчивающих высшие и средние специальные учебные заведения (введено в действие 30.07.1980). Суть системы распределения: предоставление работы молодым специалистам в плановом порядке как одна из гарантий обеспечения права на труд.

Система целевой контрактной подготовки была введена Постановлением Правительства «О целевой контрактной подготовке специалистов с высшим и средним профессиональным образованием» от 19.09.1995 в качестве механизма социальной защиты молодых специалистов в условиях отсутствия обязательного распределения и вытекающих из него проблем трудоустройства.

Во всем мире и все времена благополучие университетов определяется политикой государства. Компетентность будущего специалиста и его набор знаний и умений определяется как профессионализмом профессорско-преподавательского состава структурных подразделений ВУЗа, так и материально-технической базой с обеспеченностью учебного процесса. С учетом сложившегося дефицита бюджетных ассигнований последнее является крайне затруднительным.

Основная проблема современного высшего образования – противоречие между тенденциями развития высшей школы и потребностями региона (макрорегиона), которое коренится, с одной стороны, в разрушении традиционной модели связи вузов с региональными предприятиями (организациями), с другой – в новой стратегии развития высшего образования, определяемой на федеральном уровне, в чьем подчинении находятся вузы. Современную ситуацию характеризуют утраченные прежние связи предприятий с вузами, отсутствие новых устойчивых наработанных практик взаимодействия, ограниченные возможности региональной власти в их регулировании, жесткая система нормативной регламентации, которая часто является барьером в развитии взаимодействий, отсутствие широкого и разнообразного по форме диалога на уровне региона (макрорегиона), не позволяющего вузам и предприятиям видеть проблемы и возможности друг друга, потенциал и стратегические перспективы развития территории [6–9].

В настоящее время для предприятий характерна неготовность налаживать устойчивые горизонтальные связи с вузами, нежелание рассматривать их в

качестве носителя экспертного знания и инновационных практик, как полноправного участника производственного процесса. Руководители предприятий не проявляют стремления к инновационным и усложненным формам организации сетевых связей с вузами, серьезной интеграции деятельности в сферах образования и науки.

Разрешение данной проблемы во многом связано с реализацией макрорегиональной политики, стратегически ориентированной на модели сетевого управления и созданием полноценного диалога между предприятиями, вузами, академической наукой, что станет базовым условием и фактором эффективного регионального развития. Кластерная политика в отношении социально-экономических территориальных акторов и нелинейная модель функционирования высшей школы в конкретном макрорегионе является основой эффективного управления на региональном уровне. В этом отношении углубление сетевых взаимодействий региональных органов власти, предприятий и вузов является важной стратегической задачей.

Список литературы

1. Можаева Л. Г. Тенденции развития высшей школы во Франции. (Сводный реферат) // Социальные и гуманитарные науки. Серия 8, Отечественная и зарубежная литература: РЖ. 1994. Март. С. 117-125. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/30803/1/5-321-00240-1_2002.pdf (Дата обращения: 10.10.2025).

2. Можаева Л. Г. Современные проблемы высшего образования в Германии. (Сводный реферат) // Социальные и гуманитарные науки. Серия 8, Отечественная и зарубежная литература: РЖ. 1994. Март. С. 113-117. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/30803/1/5-321-00240-1_2002.pdf (Дата обращения: 10.10.2025).

3. Ермольева Э. Мексиканская высшая школа сегодня // Высшее образование в России. - 1996. - № 2. - С. 139-46. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/30803/1/5-321-00240-1_2002.pdf (Дата обращения: 10.10.2025).

4. Котова Р. И. Высшее образование в Китае в начале XXI века. (Реферативный обзор) // Социальные и гуманитарные науки. Серия 8, Отечественная и зарубежная литератур. - 1999. - Март. - С. 76-90. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/30803/1/5-321-00240-1_2002.pdf (Дата обращения: 10.10.2025).

5. Семеркова Л. Н. Маркетинговый подход к коммерциализации инноваций в ВУЗе /Л. Н. Семеркова, С. М. Геращенко, М. М. Геращенко // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. Том 14. № 3. 2015 [Электронный ресурс]. Режим доступа:

https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/55176/1/vestnik_2015_3_008.pdf (Дата обращения: 10.10.2025).

6. Нелинейная модель российского высшего образования в макрорегионе: теоретическая концепция и практические возможности / Г. Е. Зборовский, П. А. Амбарова, В. С. Каташинских, А. К. Клюев, А. А. Кузьминчук, С. В. Кульпин, М. В. Певная, Н. В. Шаброва, Е. А. Шуклина / под редакцией Г. Е. Зборовского. Екатеринбург, 2016.

7. Зборовский Г. Е., Шуклина Е. А., Шаброва Н. В., Амбарова П. А. Эмпирическая методология и методика исследования нелинейной модели высшего образования // Социология образования. - 2016. - №7. - С. 4–15.

8. Данилаев Д. П., Маливанов Н. Н. Современные условия и структура взаимодействия вузов, студентов и работодателей // Высшее образование в России. - 2017. - №6 (213). - С. 29–35.

9. Шуклина Е. А. Высшее образование и институт работодателей: проблемы эффективности межинституциональных взаимодействий / Е. А. Шуклина, М. В. Певная /Известия Уральского федерального университета. Серия 1. Проблемы образования, науки и культуры. – 2017. - Т. 159. - № 23 (1). - С. 155–163.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Зайцева К.Н.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Календарно-сетевые графики - давно известный инструмент, успешно апробированный во многих отраслях, но в первую очередь - в строительстве. Однако сегодня при их практическом использовании в строительных проектах возникают сложности. Не каждая стройка сегодня может похвастаться высококлассными специалистами в области организации строительства.

В 2026 году строительная отрасль окончательно закрепит переход от статичных планов к динамическим цифровым моделям. В центре этой трансформации стоит сетевое планирование — метод, позволяющий не просто визуализировать сроки, но и создать «живую» систему управления сложными объектами. [1].

Сетевое планирование базируется на графическом изображении технологических связей. Основу модели составляют:

- работы: любые действия, требующие времени и ресурсов;
- события: фиксация факта завершения одного этапа и начала следующего;
- критический путь: самая продолжительная цепочка работ, определяющая минимальный срок завершения всего проекта. Любая задержка здесь ведет к срыву итоговой даты.

В сетевом графике учитываются все работы от проектирования до ввода в действие, определяются наиболее важные, критические работы, от выполнения которых зависит срок окончания проекта. В процессе деятельности появляется возможность корректировать план, вносить изменения, обеспечивать непрерывность в оперативном планировании. Существующие методы анализа сетевого графика позволяют оценить степень влияния вносимых изменений на ход осуществления строительных работ, прогнозировать их состояние на будущее. Сетевой график точно указывает на работы, от которых зависит срок выполнения программы.

Применение современных методов календарно-сетевого планирования (КСП) дает строительным компаниям ряд стратегических преимуществ:

- снижение сроков и затрат: опыт внедрения КСП в жилищном строительстве показывает сокращение сроков на 17% и значительную экономию бюджета за счет оптимизации логистики;
- интеграция с BIM (4D/5D): в современом строительстве сетевой график стал неотъемлемой частью BIM-модели. Визуализация процесса (4D) позволяет заранее обнаружить пространственно-временные коллизии, когда разные бригады претендуют на один участок работы одновременно;

- использование искусственного интеллекта: современные системы используют его для предиктивной аналитики. Алгоритмы анализируют исторические данные и текущую ситуацию на площадке, автоматически корректируя прогнозные сроки при изменении погодных условий или задержках поставок;

- управление ресурсами: сетевая модель позволяет равномерно распределять технику и рабочих, избегая «пиковых» нагрузок и простоев [2].

В настоящее время большинство крупных строек в России используют визуальные модели и сетевые графики для контроля сроков и затрат. Примером служит ряд крупных объектов последних лет: Амурский газохимический комплекс (АГХК), Находкинский завод минеральных удобрений и вторая очередь Удоканской меди, объекты Московского метрополитена и Национального космического центра реализуются с применением календарно-сетевого планирования для координации тысяч взаимосвязанных операций.

Современные технологии на базе информационного моделирования зданий BIM – Building Information Modeling предполагают взаимосвязанное управление информацией об объекте строительства на всех стадиях его строительства и жизненного цикла.

Новые сложные энергоэффективные объекты необходимо принять в эксплуатацию, произведя значительный объем пусконаладочных работ, затем поддерживать все эти инновационные инженерные системы в надлежащем состоянии, ремонтировать, отслеживать текущее состояние единиц оборудования зданий с разными жизненными циклами.

BIM предполагает сбор и комплексную обработку всей информации об объекте в процессе его проектирования, строительства, эксплуатации и вывода из эксплуатации - то есть в течение всего его жизненного цикла. Основой является 3D-модель объекта – модель будущего сооружения, создаваемая проектировщиком. На ее основе выпускается проектная и рабочая документация. Вторая 3D-модель – модель строящегося объекта, создаваемая инженерами-строителями. В модели появляются как временные здания и сооружения, так и разделение элементов конструкции по фронтам работ. На ее основе выпускается организационно-регламентирующая документация (ПОС, ППР). Наконец, третья 3D-модель – модель «Фактический результат» создаваемая по результатам лазерного сканирования построенного объекта и передаваемая в эксплуатацию.

Визуальная модель организации строительства – представляет собой дальнейшее развитие сетевой модели и объединяет все лучшие качества 3D-модели и сетевого графика производства работ. Модель представляет собой важный компонент BIM, но это всего лишь один из компонентов [3].

Таким образом, применение BIM‑технологии - главный тренд на мировом и российском строительном рынке. Информационное моделирование охватывает все этапы жизненного цикла объекта. Но если на этапе проектирования отечественные компании уже освоили BIM‑моделирование, то

его применение на строительной площадке пока вызывает вопросы. Преимущества от стройки с BIM не менее очевидны, чем преимущества на этапе проектирования. Уход от классического подхода во время строительства дает возможность повысить качество за счет автоматизации большинства задач на строительной площадке. В частности, компании, применяющие BIM‑систему управления в строительстве, повышают скорость взаимодействия между проектной командой и подрядными организациями.

Благодаря BIM на строительной площадке:

- осуществляются функции строительного контроля;
- создаются и синхронизируются графики строительства;
- формируются сметы и многое другое.

При этом основным элементом системы выступает единая информационная модель здания, к которой имеют доступ все участники строительного процесса.

В условиях импортозамещения российские компании перешли на отечественные системы и адаптированные международные решения:

- Plan-R — российское решение для календарно-сетевого планирования, признанное одним из лучших на ИТ-рынке строительной отрасли;
- Directum Projects — система комплексного управления проектами;
- Sarex — платформа, использующая календарно-сетевое планирование для формирования точных прогнозов и контроля хода строительства;
- Primavera и MS Project — по-прежнему сохраняют присутствие в качестве стандартов для разработки сложных графиков (КСГ) [4].

Несмотря на развитие технологий, сетевое планирование в строительной отрасли России в современных реалиях сталкивается с рядом системных проблем:

- трудности импортозамещения ПО: переход с зарубежных стандартов (Primavera, MS Project) на российские аналоги (Plan-R, Sarex и др.) остается стратегическим вызовом. Компании вынуждены адаптировать бизнес-процессы под новый функционал и обеспечивать совместимость ИТ-инфраструктур, что требует времени и значительных инвестиций в НИОКР.
- кадровый дефицит и компетенции: одной из ключевых проблем является недостаточная проработка планов на уровне конкретных ответственных лиц. Существует нехватка квалифицированных инженеров-планировщиков, способных не только составить график, но и динамически корректировать его в условиях меняющейся рыночной конъюнктуры. С 2026 года усиливается персональная ответственность главных инженеров проектов (ГИП) за достоверность расчетных обоснований.
- экономическая нестабильность и рост затрат: в 2026 году отрасль проходит через «стресс-тест» из-за высоких процентных ставок, роста налогов и цен на стройматериалы. Это делает долгосрочное сетевое планирование крайне сложным (снижение маржинальности - около 30% застройщиков могут столкнуться с убытками в 2026-2027 гг., сокращение объемов - прогнозируется снижение ввода многоквартирных домов на 11% в 2026 году, изменение правил

- отмена специальных правил корректировки контрактов при форс-мажорах в 2025 году лишает строителей гибкости при срыве графиков из-за роста цен).

- технические и инфраструктурные барьеры: разрыв коммуникаций - масштабные сбои в работе интернета (включая блокировки мессенджеров и VPN) в 2025–2026 годах затрудняют оперативную передачу данных между строительными площадками и центральными офисами, а также сложность координации - на крупных проектах (например, в промышленном строительстве) планирование ресурсов часто не доводится до уровня исполнителей, что снижает точность прогнозов.

- регуляторные изменения: в 2026 году меняются правила взаимодействия компаний с саморегулируемыми организациями и методы обоснования проектных решений. Необходимость соответствия новым стандартам и возможная перезагрузка Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства РФ на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года в 2026 году создают ситуацию неопределенности для планирования [5].

Таким образом, в настоящее время сетевое планирование в России — это высокотехнологичный стандарт, эффективность которого ограничивается не качеством софта, а дефицитом компетенций и сложностью прогнозирования в нестабильной экономической среде. Успех проектов сегодня зависит от способности превратить статичный график в живой инструмент оперативного управления. Основной барьер сетевого планирования в 2026 году сместился из технической плоскости в управленческую. Проблема не в том, «как нарисовать график», а в том, как сделать его реалистичным инструментом управления в условиях дефицита ресурсов и нестабильной экономики.

Список литературы

1 Зенкин, А. А. Методы и задачи сетевого планирования : учебное пособие / А. А. Зенкин. — Москва : КноРус, 2024. — 188 с. (Актуальное переиздание с учетом современных ИТ-инструментов).

2 Минстрой России. Методические рекомендации по применению систем календарно-сетевого планирования при реализации государственных контрактов : Приказ Минстроя РФ от 12.12.2025. — Москва, 2025.

3 Печалин, Н. Д. Эволюция методов сетевого планирования в условиях цифровизации строительной отрасли // Экономика и менеджмент систем управления. — 2025. — № 2 (56). — С. 45–52.

4 Строительная газета. Стратегия 2026: новые вызовы для планирования в условиях дефицита ресурсов и высокой ключевой ставки // Строительная газета. — 2026. — № 3 (январь).

5 Российская Федерация. Постановления Правительства. О внесении изменений в порядок обоснования проектных решений и ответственности главных инженеров проектов : Постановление Правительства РФ № 708 от 30.05.2024 (вступ. в силу с 01.03.2026). — Москва, 2026.

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОПОРНОГО УЗЛА СТАЛЬНОЙ КОЛОННЫ ДВУТАВРОВОГО СЕЧЕНИЯ

Замотрина И.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

При проектировании зданий на стальном каркасе основополагающую роль играет конструкция базы колонны – её нижняя часть, передающая нагрузку на фундамент. В зависимости от конструктивного решения базы колонны, для задания типа соединения элементов при расчёте традиционно используется два варианта закрепления – абсолютно жёсткое или шарнирное сопряжение колонны с фундаментом. Как правило, шарнирное сопряжение характеризуется наличием угла поворота опорного сечения колонны, возникающее при действии изгибающего момента, а жёсткое сопряжение – отсутствием угла поворота [1].

Конструкцию баз с опорной плитой и фундаментными болтами, прикреплёнными к стержню колонны через анкерные плитки, уложенные на консоли траверс и затягиваемые с напряжением, близким к расчетному сопротивлению, однозначно можно считать жёсткой, так как при таком конструктивном решении устраняется возможность поворота опорного сечения колонны. Также, базы с двумя анкерными болтами по определению можно считать шарнирными, потому что такие базы допускают поворот опорного сечения колонны относительно фундамента как минимум в одной из плоскостей. Исходя из этого, наибольший интерес вызывает углублённое изучение базы, состоящей из опорной плиты с четырьмя анкерными болтами, прикреплёнными непосредственно к опорной плите для стальных колонн двутаврового сечения, так как именно такая конструкция опорного узла является достаточно распространённой и наиболее сложной с точки зрения принятия окончательного решения о статической схеме узла сопряжения колонны с фундаментом [1]. Такая конструкция базы требует более детального изучения, с целью определения реальной работы опорного узла и оценки его жёсткости. Также, стоит отметить, что не менее важным вопросом, требующем уточнения, остается влияние толщины опорной плиты на жёсткость опорного узла, в том числе, как изменение её толщины влияет на напряженно-деформированное состояние опорного узла в целом.

Для того чтобы выполнить анализ напряженно-деформируемого состояния опорного узла стальной колонны и оценить степень защемления колонны в фундаменте, прежде всего, необходимо выяснить, на основе какого критерия или показателя можно судить о жёсткости опорного узла. В конструктивном решении базы стальной колонны, состоящей из опорной плиты, анкерных шайб и четырех фундаментных болтов, основным элементом, препятствующим повороту опорного сечения колонны, будут являться участки

опорной плиты, расположенные между полками колонны и осями фундаментных болтов. Также, стоит отметить, что отрыв базы колонны от фундамента исключается постановкой четырех анкерных болтов. Исходя из опыта реального проектирования, можно сделать вывод, что зачастую критерием жёсткости опорного узла стальной колонны считают изменение перемещения верхней части колонны – оголовка. Однако, нельзя не согласиться, что перемещение оголовка стальной колонны в большей степени будет зависеть от жёсткости самого стержня колонны. Именно поэтому стоит предположить, что жёсткость опорного узла и степень защемления колонны в фундаменте будет определяться поворотом опорного сечения стальной колонны за счёт изгиба опорной плиты, в результате чего будет происходить изменение статической схемы каркаса здания.

Таким образом, целью данной работы является анализ напряженно-деформированного состояния опорного узла стальной колонны двутаврового сечения, определение критерия жёсткости опорного узла, изучение влияния изменения толщины на степень защемления колонны в фундаменте на примере стального каркаса цеха сельскохозяйственной техники, расположенного в городе Оренбурге.

Для того чтобы получить практические результаты и представить наглядно карту напряженно-деформированного состояния базы стальной колонны, были созданы конечно-элементные модели нескольких вариантов конструктивных решений опорного узла в программном комплексе APM CE Integrator. Данный программный комплекс позволяет реализовать поставленные цели, в частности, выполнить расчёт напряженно-деформированного состояния стержневых, пластинчатых, оболочечных и твердотельных конструкций, а также их произвольные комбинаций.

В качестве объекта исследования был выбран каркас здания сельскохозяйственной техники. Данный цех является одноэтажным в плане зданием, однопролетным, без подвала, с габаритными размерами в осях 15х30 м. Высота до низа ферм +7,000 м. За отм. ±0,000 принята отметка чистого пола первого этажа.

Конструктивное решение здания каркасное, каркас выполнен из поперечных рам с шагом 6 м. Внецентренно-сжатые колонны запроектированы из двутавра 30Ш2 в соответствии с СТО АСЧМ 20-93. Конструкции покрытия состоят из стропильных ферм, прогонов, горизонтальных связей. Установлены вертикальные связи по колоннам и по покрытию. Стропильные фермы из замкнутого гнутосварного профиля по ГОСТ 30245-2003 запроектированные с уклоном верхнего пояса – 21%. Прогоны выполенены по неразрезной схеме из швеллеров 16П по ГОСТ 8240-97. Опирание стропильных ферм на колонны шарнирное. Все заводские соединения элементов стропильных ферм сварные. По торцам здания запроектирован несущий фахверк: колонны из замкунтого гнутосварного профиля по ГОСТ 30245-2003.

В соответствии с проектной документацией пространственная жёсткость и геометрическая неизменяемость каркаса обеспечивается следующими мероприятиями:

1) в поперечном направлении – устройством жёсткого узла сопряжения колонн с фундаментом и шарнирного присоединения ферм к оголовкам колонн;

2) в продольном направлении – устройством системы вертикальных связей и распорок по колоннам и по нижним поясам ферм, а также горизонтальными и вертикальными связями в плоскости верхних поясов ферм.

Общий вид стального каркаса цеха сельскохозяйственной техники, а также поперечный и продольный разрезы представлены на рисунках 1 и 2 соответственно.

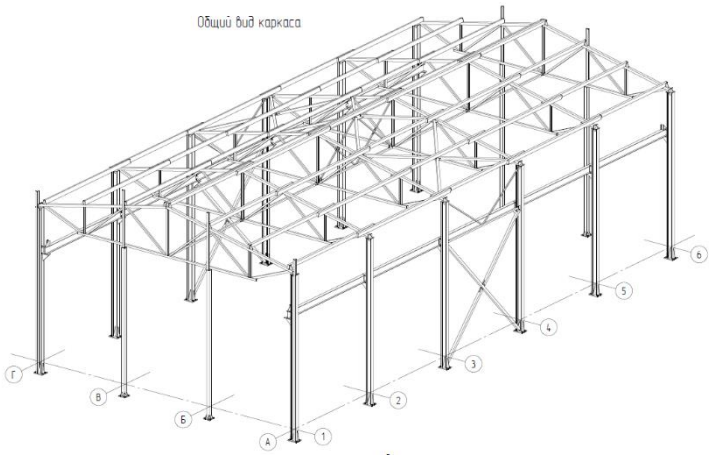


Рисунок 1 – Общий вид стального каркаса цеха сельскохозяйственной техники с указанием осей и основных габаритных размеров

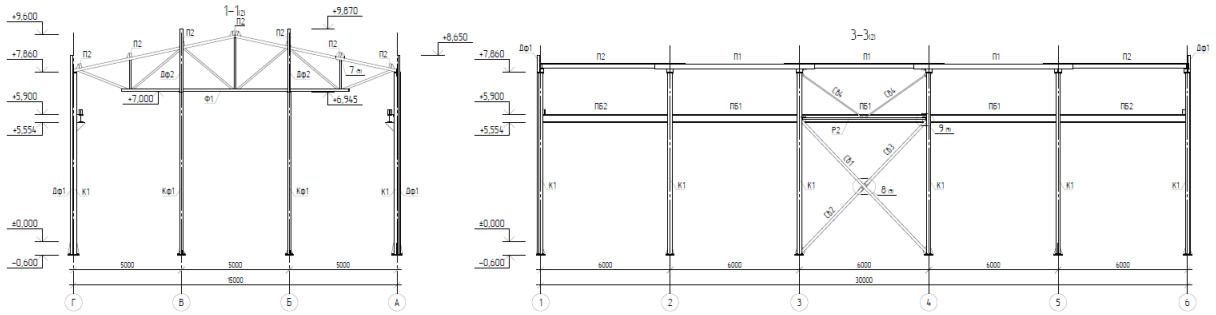


Рисунок 2 – Поперечный и продольный разрезы стального каркаса цеха сельскохозяйственной техники с указанием основных габаритных размеров, отметок и осей

Проектные геометрические размеры конструкции базы колонны показаны на рисунке 4. Её основными элементами являются: четыре ребра жёсткости толщиной 10 мм, опорная плита размерами в плане 300x400 мм и толщиной 30 мм, анкерные шайбы – 80x80x16 мм. Сталь для всех элементов С245 по ГОСТ 27772-2021. Крепление опорной плиты к фундаменту предусмотрено с

помощью четырех фундаментных болтов диаметром 30 мм по ГОСТ 24379.0-2012, сталь марки Ст3пс по ГОСТ 27772-2021 с глубиной заделки 400 мм, расставленные из плоскости действия момента. Сварные швы заводского изготовления выполнены при помощи полуавтоматической сварки сварочной проволокой Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70, для сварки применяются – электроды Э46 по ГОСТ 9467-75*. Катеты угловых швов для крепления стержня колонны к опорной плите приняты наименьшими по таблице 38 СП 16.13330.2017.

Конструкция опорного узла и размеры составляющих его деталей представлены на рисунке 3.

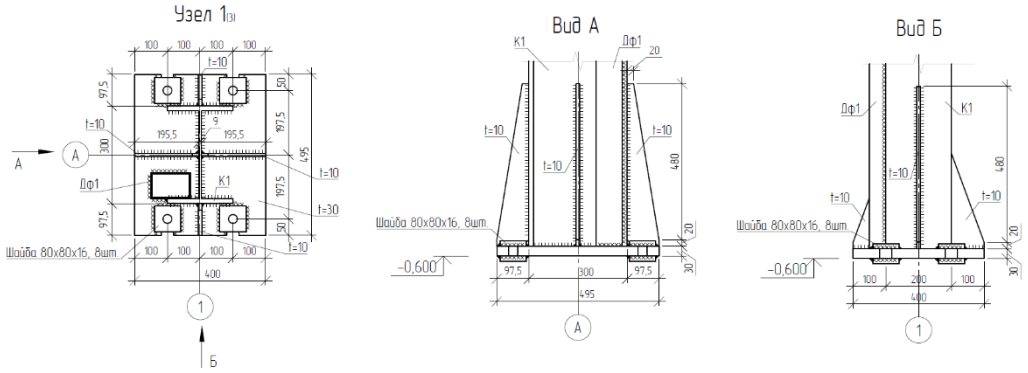


Рисунок 3 – Геометрические размеры составляющих элементов опорного узла стальной колонны

Первым этапом работы было выполнение сбора нагрузок на поперечную раму, среди которых учитывались: постоянные – от покрытия, стенового ограждения и остекления, а также собственный вес и временные – снеговая и ветровая, с учётом строительства здания в городе Оренбурге [3]. Для определения ветровой нагрузки был выполнен модальный анализ в программном комплексе ЛИРА-САПР 2016 [2] – построена расчётная схема и приложены соответствующие нагрузки.

Общий вид расчетной схемы рамы с приложенными нагрузками представлен на рисунке 4.

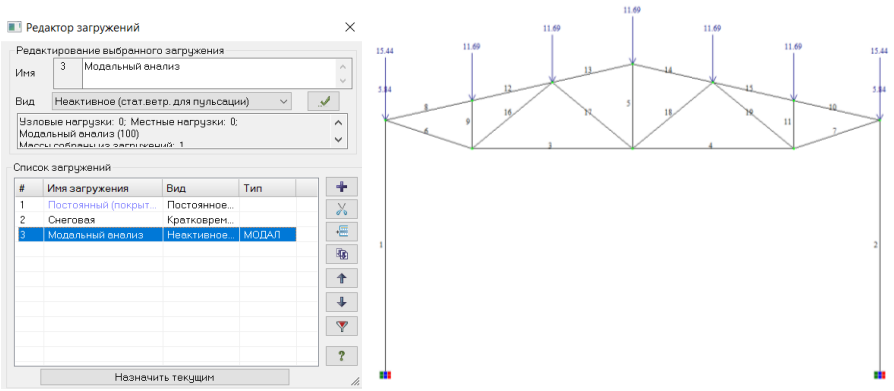


Рисунок 4 – Расчетная схема стальной рамы цеха сельскохозяйственной техники, выполненная в ПК ЛИРА-САПР 2016

После определения нагрузок, действующих на стальную раму, следующим этапом данного исследования было проведение численного моделирования трёх вариантов баз с подкрепляющими элементами в виде ребер жесткости. В первом варианте рассматривалась конструкция базы, запроектированная для здания цеха сельскохозяйственной техники, с толщиной опорной плиты 30 мм. В данном проекте предполагалось, что соединение колонны с фундаментом жёсткое. Второй и третий конструктивный вариант отличаются толщиной опорной плиты – 20 и 40 мм соответственно.

Для анализа напряженно-деформированного состояния опорного узла стальных колонн в начале была создана геометрическая конечно-элементная модель трёх вариантов баз в ПК APM Studio. Данная модель представлена на рисунке 5.

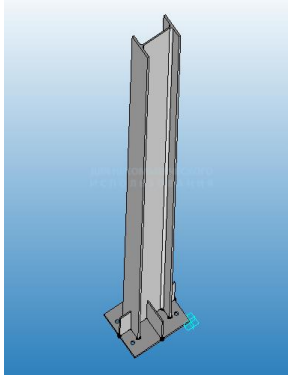


Рисунок 5 – Геометрическая модель опорного узла, созданная в ПК APM Studio

Полученные геометрические модели трёх опорных узлов с различной толщиной опорной плиты были перенесены в ПК APM Structure 3D. Было выполнено построение рамы в целом, присвоены материалы элементам фермы, созданной с помощью стержней, выполнено шарнирное присоединение фермы из стержневых элементов к колонне из объёмных элементов с помощью абсолютно жёстких стержней, а также приложены полученные нагрузки и выполнен статический расчёт. Расчет напряженно-деформированного состояния конструкций выполняется с использованием метода конечных элементов. Анкерные болты в растянутой зоне рассматривались как опоры, ограничивающие любые перемещения и поворот. Полученные рамы имеют вид, изображенный на рисунке 6.

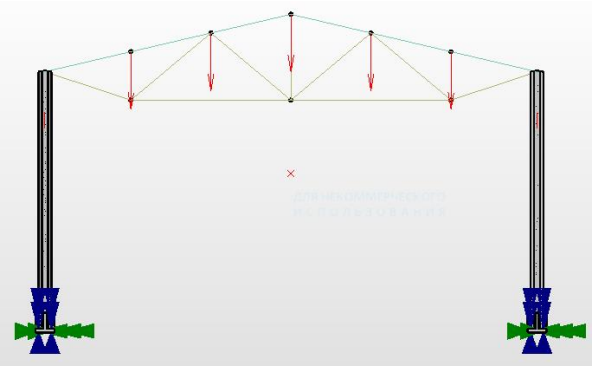
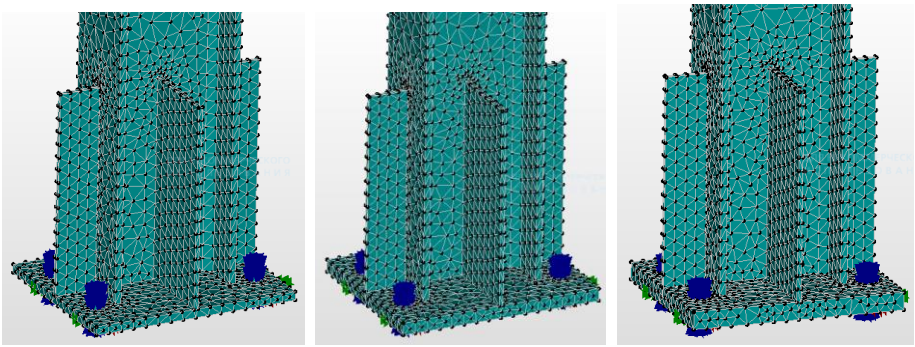


Рисунок 6 – Модель рамы каркаса с врезанным узлом и приложенными нагрузками в ПК APM Structure 3D

На рисунке 7 изображены пространственные модели баз колонн с различной толщиной опорных плит.

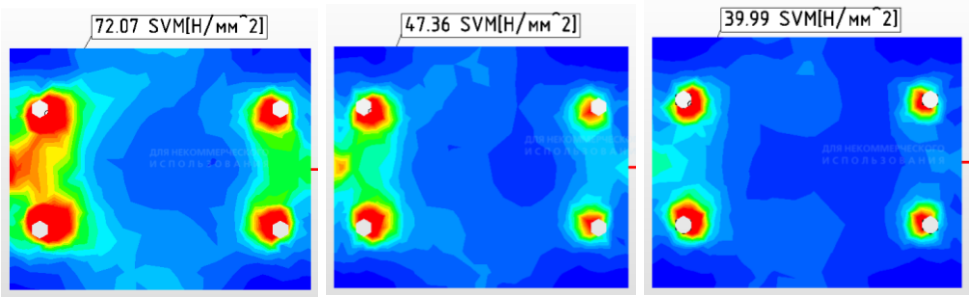


а б в

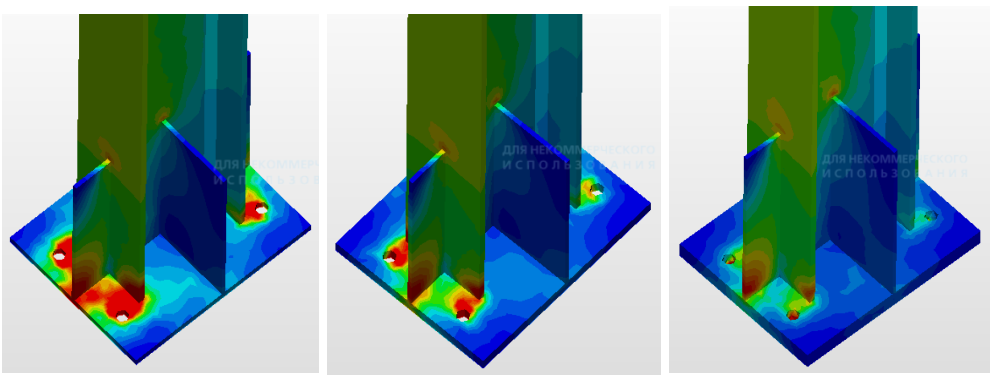
а – толщина опорной плиты 20 мм, б – толщина опорной плиты 30 мм, в – толщина опорной плиты 40 мм

Рисунок 7 – Модель базы стальной колонны в трёх вариантах с различной толщиной опорной плиты в ПК APM Structure 3D

На рисунке 8 представлены карты напряжений трёх вариантов конструктивных решений, полученные в результате расчёта.



а б в

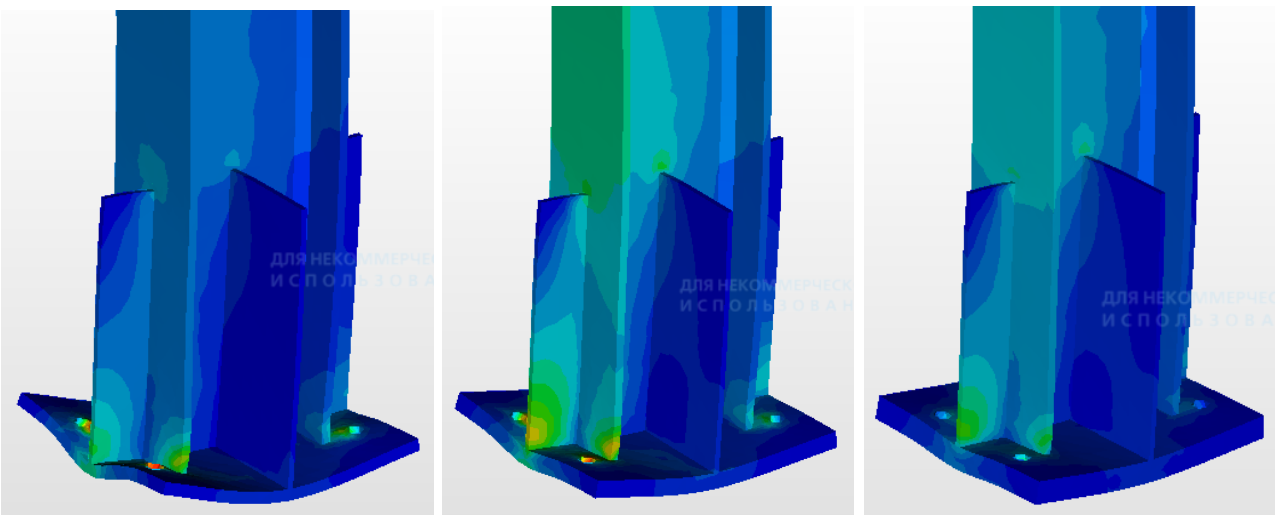


г д е

а, б, в – вид сверху, при толщине опорной плиты 20, 30 и 40 мм соответсвенно, г, д, е – пространственный вид опорного узла при толщине опорной плиты 20, 30 и 40 мм

Рисунок 8 – Карта напряжений опорных узлов стальных колонн трёх конструктивных вариантов

Пространственные деформации опорного узла наглядно представлены на рисунке 9.



а б в

а – толщина опорной плиты 20 мм, б – толщина опорной плиты 30 мм, в – толщина опорной плиты 40 мм

Рисунок 9 – Пространственные деформации опорных узлов стальных колонн трёх конструктивных вариантов

Также при обработке результатов фиксировались перемещения узлов расчётной модели в точках Т1, Т2, Т3 и Т4. Расположение точек Т1, Т2, Т3 и Т4 представлены на рисунке 10.

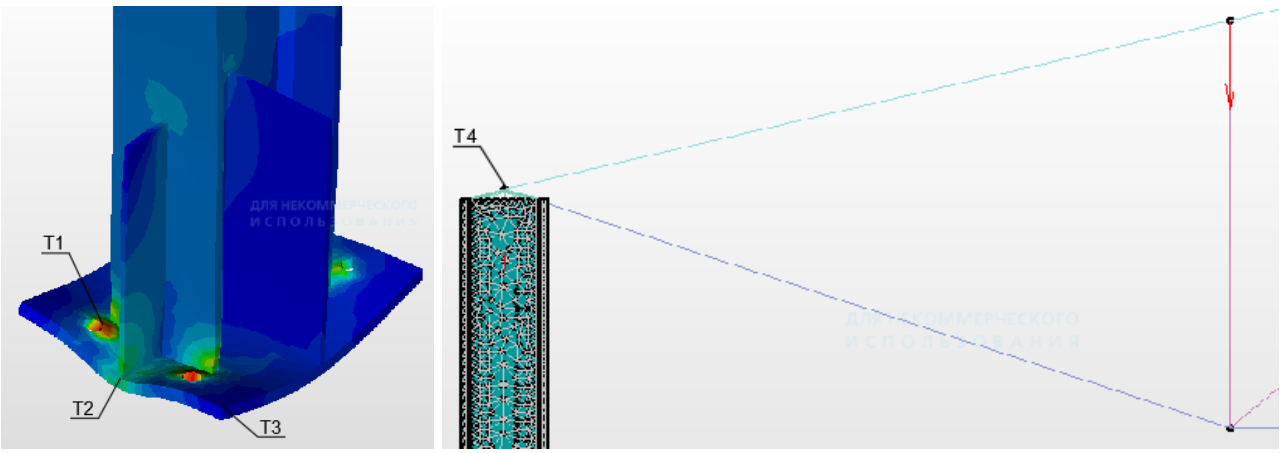


Рисунок 10 – Расположение контролируемых точек T1, T2, T3 и T4

Основные выводы, полученные по результатам исследования, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования влияния толщины опорной плиты на жёсткость базы

Толщина опорной плиты, мм	Максимальное напряжение в опорной плите, Н/мм^2	Максимальное перемещение контролируемых точек, мм			
		T1	T2	T3	T4
20	72,07	0,01	0,035	0,028	0,947
30	47,36	0,0077	0,017	0,015	0,937
40	39,99	0,0068	0,011	0,0086	0,933

Таким образом, был выполнен анализ напряженно-деформированного состояния трёх вариантов опорных узлов стальной колонны с толщиной опорных плит 20, 30 и 40 мм, по результатам которого можно сделать вывод, что толщина опорной плиты напрямую влияет на деформативность опорного узла. На основе полученных результатов максимальных напряжений и перемещений, представленных в таблице 1, а также в соответствии с рисунками 8 и 9, на которых визуально представлены карты напряжений и пространственные деформации, можно утверждать, что чем больше толщина опорной плиты, тем меньшие напряжения возникают в опорном сечении колонны, а также возрастает жёсткость опорного узла в целом.

Также необходимо отметить, что принятие решения о статической схеме узла сопряжения колонны с фундаментов должно быть обусловлено советующими расчётами, подтверждающими конструктивную жёсткость баз колонн.

Список литературы

1. Замотрина И.А. Анализ параметров, влияющих на жёсткость опорного узла стальной колонны двутаврового сечения [Электронный ресурс] / И. А. Замотрина // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., посвящ. 70-летию Оренбург. гос. ун-та, Оренбург, 30 янв. - 1 февр. 2025 г. / Оренбург. гос. ун-т ; ред. А. В. Зайцев. - Оренбург : ОГУ,2025. - . - С. 2812-2817. . - 10 с.

2. Ромашкина М.А. Программный комплекс ЛИРА-САПР. Руководство пользователя. Обучающие примеры. [Электронный ресурс] / М. А. Ромашкина, В. П. Титок // ред. А. С. Городецкий. - Москва : Росстандарт, 2018. – URL : https://rflira.ru/files/lira-sapr/Book_LIRA_SAPR_2018.pdf (дата обращения: 24.11.2025);

3. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия [Электронный ресурс]. – Взамен СНиП 2-01-07-85*; введ. 2017-06-04. – Москва : Росстандарт, 2017. – URL : https://3d-bim.ru/downloads/sp-20.pdf (дата обращения: 29.11.2025).

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ

Заярин Д.С., Кузнецова Е.В., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Строительство – это область науки, которая развивается повсеместно, в разных уголках планеты, в разных регионах с совершенно разным климатом, в том числе в условиях отрицательных температур. Чтобы добиться нормальной эксплуатации конструкций, требуется защитить их от внешней агрессивной среды. Одним из способов повышения энергоэффективности здания является использования вентилируемого фасада.

Вентилируемые фасадные системы – такие фасадные системы, главным отличием которых является устройство воздушного зазора (от 40 до 60 мм.), способствующему циркуляции воздуха и выведению влаги из фасада (рисунок 1). Зазор позволяет повысить энергоэффективность здания за счет низкой теплопроводности воздуха. Монтаж такого вида фасада не требует выселения жильцов жилого дома или приостановки действующего предприятия. Срок службы при качественном монтаже и нормальной эксплуатации навесного вентфасада составляет 50–70 лет без какого-либо серьезного ремонта, а мокрый фасад из-за внешних воздействий (вода, снег, ветер и др.) уже через 4–5 лет (иногда и раньше) потребует определенного ремонта [1]. Однако такой вид фасада имеет большую стоимость и возможная пожарная опасность при нарушении технологии строительства.

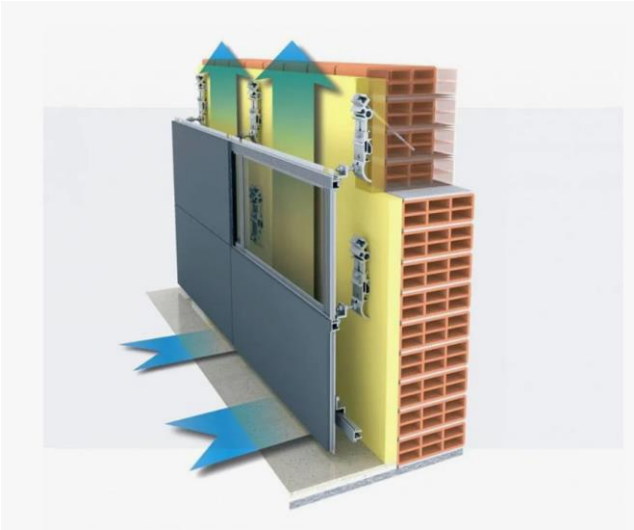


Рисунок 1 – Принцип работы вентилируемого фасада.

В России данный вид фасада стали использовать в 1990-х годах, когда как в привычном виде берет свое начало он в Германии начиная с 1950-х годов.

Историки утверждают, что пионерами данного метода облицовки были норвежские плотники и строители ещё в далёком Средневековье. Они первыми стали делать прообразы вентилируемых фасадов. Старинные конюшни и амбары были удивительно похожи по методу внешней отделки на современные фасады. На расстоянии от деревянной стены крепился ещё один слой — из досок, который проветривался благодаря сделанным отверстиям и отводил скопившуюся влагу. Таким образом создавался тепловой эффект, далеко не лишний в суровом климате Норвегии. С 6 июня 2023 года в России действует СП 522.1325800.2023 – свод правил, регулирующий проектирование, производство работ и эксплуатацию навесных фасадных вентилируемых конструкций [2]. Документ распространяется на проектирование, производство работ и эксплуатацию вентфасадов для наружной облицовки стен зданий и сооружений, применяемых в новом строительстве и при реконструкции или капитальном ремонте.

Конструкция вент. фасада включается в себя

а) металлический или деревянный каркас;

б) слой теплоизоляции;

в) мембрана для защиты от ветра и влаги;

г) облицовочные панели.

Облицовочные панели имеют различную цветовую палитру, что позволяется вписаться в любую архитектуру города. По материалу панели могут быть: керамогранитные, алюминиевые композитные панели, металлокассеты, клинкерная или фиброцементная плитка, натуральный камень и т.д (рисунок 2).

Рисунок 2 – Разновидности облицовочных панелей.

В системе крепежных элементов вентилируемого фасада используются:

- анкерный крепитель (дюбель и анкер в комплекте), который применяется для монтажа кронштейна к несущей стене. Анкер изготавливается из оцинкованной стали с шестигранной головкой, дюбель пластиковый.

Стандартно используется анкер размерами 10х100 мм. При этом распорная зона дюбеля должна быть не менее 50 мм;

- саморезы применяются для крепления профилей фасадной системы, а также для монтажа плит к фасадной системе. В зависимости от назначения саморезы подразделяются на два вида: размером 4,2х32 мм со сверлом, выполняемым из высококачественной стали, и стальной размерами 5,5х19 мм; саморезы могут быть окрашены в цвет облицовочных плит;

- вытяжные заклепки используются для крепления кляммеров к профилю, а также для крепления профилей между собой, специальные заклепки с расширенным бортом размером 4,8х21 мм используются для крепления фиброцементных плит к фасадной обрешетке;

- тарельчатый дюбель применяется для крепления теплоизоляционного материала;

- паронитовые прокладки используются как уплотнитель между несущим кронштейном и стеной здания;

- уплотнительная лента применима при монтаже фиброцементных и асбестоцентных плит. Стандартная ширина ленты 36 и 60 мм [3].

При монтаже вентилируемого фасада требуется использование фасадных профилей, изготавливаемых из оцинкованного металла высокого качества. Толщина металла - 1 мм, 1,2 мм, 1,5 мм. При необходимости металлический профиль окрашивают в цвет облицовочных плит [4].

При монтаже подсистемы создаются отверстия, в которые после очистки от пыли забиваются анкерные дюбели. Затем, при помощи анкерного элемента к стене крепится кронштейн. Чтобы избежать мостика холода, между стеной и кронштейном необходимо предусмотреть паронитовую прокладку. После установки кронштейна приступают к монтажу теплоизоляционного материала. Для этого в теплоизоляционной плите делаются прорези для ее плотного прилегания к кронштейну. Затем ее накалывают на кронштейны и прижимают к стене, не допуская зазор между стеной и теплоизоляцией. Плиты фиксируются прижимными шайбами и закрепляются на стене дюбелями. На одну плиту из минераловатной плиты требуется, как правило, 5 дюбелей. Далее приступают к креплению направляющих. В пазы регулирующих и несущих кронштейнов устанавливаются профили, которые фиксируются заклепками к несущим кронштейнам. И завершающим этапом является монтаж облицовочных панелей [5].

Таким образом, вентилируемые фасады являются экономически оправданным и технически эффективным решением для повышения энергоэффективности, долговечности и архитектурной выразительности зданий. Их применение особенно целесообразно при реконструкции существующего фонда и строительстве новых объектов с повышенными требованиями к теплозащите и сроку службы ограждающих конструкций. Дальнейшее развитие технологии должно быть направлено на оптимизацию стоимости, совершенствование нормативной базы и расширение области применения в различных климатических зонах.

Список литературы

1. Мендекеев Р. А., Кыдыралиева У. С., Базарбеков И. Б. Навесной вентилируемый фасад: проблемы и перспективы примене-ния в строительстве Кыргызстана //ББК 68.69 С 56. – 2021. – С. 116.Колесова Е. Н. Навесной вентилируемый фасад: классификация элементов, входящих в его состав, и проблемы, связанные с проектированием воздушного зазора // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2016. №2.

2. СП 522.1325800.2023 Системы фасадные навесные вентилируемые. Правила проектирования, производства работ и эксплуатации.

3. Элементы подконструкций для вентилируемых фасадов / Е.Ю. Цыкановский, В.Г. Гагарин, А.В. Грановский, М.О. Павлова [Электронный ресурс].

4. Элементы подконструкций для вентилируемых фасадов / Е.Ю. Цыкановский, В.Г. Гагарин, А.В. Грановский, М.О. Павлова [Электронный ресурс].

5. Кузнецова Е. В., Хусаинова Х. А. ВЫБОР ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГОСТИНИЦ // Теория и практика современной науки. 2021. №4 (70).

СОВРЕМЕННЫЕ ФАСАДНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДОМОВ КУЛЬТУРЫ

Зиновичева С.С., Ильина А.А., канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Аннотация: В статье рассмотрены современные облицовочные материалы для устройства навесного вентилируемого фасада при строительстве дома культуры. Проведена работа по определению критериев выбора и анализа их значимости, а также сравнительный анализ сметной стоимости и трудоемкости выполнения работ, выявление преимуществ и недостатков реализации проектных решений, выполненных с использованием алюминиевых композитных панелей и фиброцементных плит.

Ключевые слова: устройство навесного вентилируемого фасада, алюминиевые композитные панели, фиброцементные плиты, экономическая эффективность.

В настоящее время при отделке зданий используются системы навесных вентилируемых фасадов. Вентилируемые фасады устанавливается как при новом строительстве, так и при реконструкции и капитальном римонте жилых, общественных и административных зданиях.

Каждый вентилируемый фасад состоит из нескольких функциональных компонентов-слоев: облицовка, воздушный зазор, подконструкция, утеплитель, основа (несущая стена).

Выбор оптимального материала для облицовки фасадной системы дома культуры особенно важен, так как эстетические свойства материалов гораздо важнее, чем при строительстве гражданских или промышленных зданий.

При выборе вида облицовочных изделий для защитно-декоративного экрана навесной фасадной системы с учетом конструкции крепления элементов облицовки следует руководствоваться общими характеристиками и отличительными признаками:

- материал облицовочного элемента;
- вид облицовочного элемента (изделия);
- типа крепления облицовочного элемента.

К общим характеристикам облицовочных изделий следует относить:

- конфигурацию (конструктивная форма), размеры;
- материал (его прочность, морозостойкость, пористость и др. характеристики);
- тип креплений;
- вес изделий;
- характер разрушения;
- прочность и деформативность [2] .

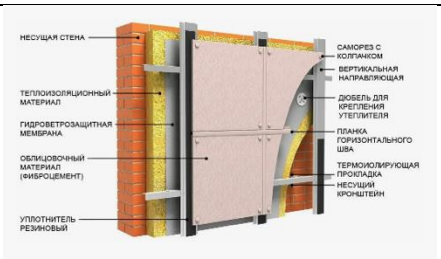
Для проведения анализа и осуществления выбора оптимального облицовочного материала для устройства фасада дома культуры в селе Тоцкое (рисунок 1), в соответствии с требованиями нормативных документов выбраны 2 варианта: 1 – алюминиевые композитные панели; 2 – фиброцементные плиты.

Рисунок 1 – 3d визуализация дома культуры

В таблице 1 представлен сравнительный анализ параметров данных материалов.

Таблица 1– Сравнительный анализ видов фасадных материалов

Параметр	Алюминиевая композитная панель	Фиброцементные плиты
Нормативный документ	СП 522.1325800.2023 Системы фасадные навесные вентилируемые. Правила проектирования, производства работ и эксплуатации ГОСТ Р 59040-2020. Листы алюминиево-композитные для элементов облицовки зданий и сооружений. ГОСТ Р 70008-2022. Панели металлокомпозитные и изделия из них для вентилируемых навесных фасадных систем.	СП 522.1325800.2023 Системы фасадные навесные вентилируемые. Правила проектирования, производства работ и эксплуатации ГОСТ Р 59923— 2021. Плиты фиброцементные для вентилируемых навесных фасадных систем.

	Технические условия	
Средний вес (кг/м^2)	7-8	15-25
Трудоемкость монтажа	334,66 чел./ч и 34,02 маш./ч на 100 м^2	270,00 чел./ч и 1,07 маш./ч на 100 м^2
Долговечность (лет)	до 50	до 40
Пожароопасность	НГ/Г1	НГ
Внешний вид	Огромное количество цветовых решений, разнообразие оттенков, возможность создания перфорированных панелей	Количество цветовых решений ограничено, плиты с перфорацией отсутствуют
Схема крепления		

Фасадная отделка дома культуры может быть выполнена из такого материала, как алюминиевые композитные панели. Каждый элемент состоит из двух окрашенных металлических листов, между которыми расположена полимерная композиция на основе полиолефинов.

Навесные вентилируемые фасады предназначены для утепления и облицовки алюмокомпозитными панелями внешних ограждающих конструкций при строительстве новых, реконструкции и капитальном ремонте существующих зданий и сооружений.

Основными элементами фасадной системы являются:

- несущий каркас;
- теплоизоляция и ветрогидрозащита;
- облицовочные панели;
- обрамление завершения фасадной облицовки.

Фрагмент и элементы фасадной системы показаны на рисунке 2 [3] .

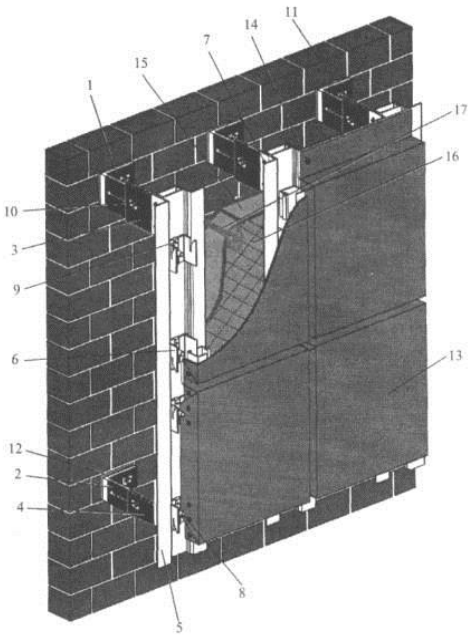


Рисунок 2– Фрагмент фасада системы

Трудоемкость работы по устройству вентилируемых фасадов с облицовкой панелями из композитных материалов: с устройством теплоизоляционного слоя составляет 334,66 чел./ч и 34,02 маш./ч на 100 м^2.

Плюсы фасадов из алюминия:

- гибкость: панели подходят для создания самых разных форм;
- огнестойкость, свойственная любому металлу;
- долговечность при различных погодных условиях.

К недостаткам данного облицовочного материал является слабая ремонтопригодность. При деформации, повреждении, потере эстетической привлекательности одной панели ремонтные работы будут включать разбор всей кассеты [4] .

Фиброцементные плиты представляют собой вид фасадных панелей, которые изготавливают из цемента с добавлением целлюлозных, синтетических или стеклянных волокон – фибры.

Схема и элементы устройства фасадной системы из фиброцементных плит показана на рисунке 3 [5] .

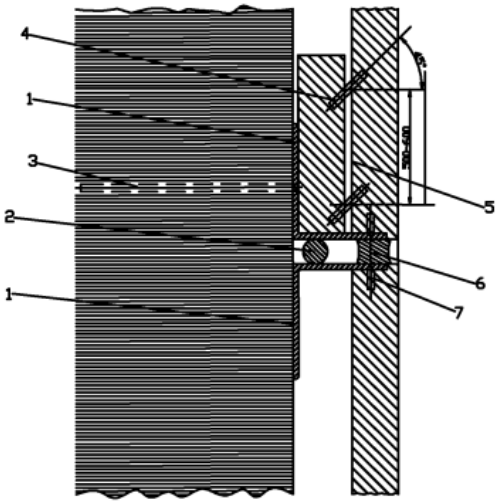


Рисунок 3 – Схема устройства фасадной системы

Общая трудоемкость вышеуказанных работ составляет 382,00 чел./ч и 1,40 маш./ч на 100 м^2.

Преимущества фиброцементных фасадов:

- прочность и долговечность;
- отсутствие известковых высолов;
- термо- и морозостойкость;
- пожаробезопасность и стойкость к ультрафиолету;
- монтаж в любое время года без предварительной подготовки стен [6] .

Главный недостаток – высокое влагопоглощение, которое составляет до 10%. Кроме того, фиброцементные панели тяжелые и хрупкие, а варианты их исполнения ограничены в цвете и дизайне [7] .

Трудоемкость монтажа фиберцементных плит выше, выполнения такого же объема работ при устройстве алюминиевых панелей, что дает увеличение срока производства данного вида работ на 15%.

Сметная стоимость варианта исполнения фасада из алюмокомпозитных панелей составляет 8 354,0 тыс. руб., а из фиброцементных панелей - 7 058,4 тыс. руб. Стоимость устройства фасада из алюминиевых композитных плит дороже на 1 295,7 тыс. рублей или на 18,36%.

Учитывая требования нормативных документов, сметную стоимость, трудоёмкость и эстетические характеристики сравниваемых материалов при строительстве дома культуры отделку фасада целесообразнее выполнить из алюминиевых композитных панелей.

Список литературы

1. СП 118.13330.2022. Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 Режим доступа: https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/223331

2. СП 522.1325800.2023. Системы фасадные навесные вентилируемые. Правила проектирования, производства работ и эксплуатации Режим доступа: https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/313148/

3. Типовая технологическая карта на монтаж вентилируемого фасада с облицовкой композитными панелями: ТК 23. – Москва, 2006. – 23 с.

4. Павлычева, Е. А. Характеристика современных материалов для облицовки фасадов и цоколей зданий и сооружений. – 2020 Режим доступа: https://clck.ru/3MYH4L

5. Технологическая карта на облицовку фасадов плитами из естественного и искусственного камня: ТК 134-06 / ОАО ПКТИпромстрой. – 2006. – 63 с.

6. Ковальчук, А. О. Решение фасадов сельских общественных зданий [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39257349

7. Назаров, Х. Х. Поиск универсального облицовочного материала для навесного вентилируемого фасада // КиберЛенинка. – 2021 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/poisk-universalnogo-oblitsovochnogo-materiala-dlya-navesnogo-ventiliruemogo-fasada

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ И СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Зуев С.М., Иванова А. П. д-р техн. наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Долговечность стальных трубопроводов, применяемых в различных отраслях, таких как строительство, нефтегазодобыча, водоснабжение и др., зависит от таких факторов, как условия эксплуатации, технологии изготовления, марки стали, толщины стенки, используемого защитного (антикоррозионного) покрытия.

Коррозионное разрушение материалов представляет собой электрохимический процесс, в основе которого лежат реакции окисления и восстановления на границе раздела фаз. Данные реакции приводят к постепенному изменению физико-химических свойств поверхностных слоев. Коррозия стальных трубопроводов представляет собой самопроизвольный процесс, вызванный термодинамической неустойчивостью материалов в рабочей среде [1]. В результате структурных изменений происходит снижение прочностных характеристик и уменьшение сечения трубопровода.

Накопление повреждений при циклических нагрузках происходит вследствие развития микроскопических дефектов материала, которые постепенно трансформируются в макроскопические трещины. Инициирование усталостных трещин чаще всего наблюдается в концентраторах напряжений, таких как отверстия или резкие изменения сечения. Критическая длина трещины определяет момент перехода к лавинообразному разрушению конструкции [2].

В отечественной нормативной базе долговечность материалов и конструкций регламентируется комплексом документов, включая ГОСТ и СП. Известно, что критерии оценки классифицируются по типам воздействий: климатические, механические, химические и биологические факторы. Особое внимание уделяется дифференциации требований в зависимости от режимов эксплуатации объектов. Данный подход позволяет адаптировать нормативы к конкретным условиям использования трубопроводов.

Отраслевые стандарты устанавливают методологию нормирования предельных состояний трубопроводов и строительных конструкций, определяющих непригодность к их дальнейшей эксплуатации. Расчетные сроки службы определяются на основе статистических данных и прогнозных моделей деградации. Система нормативов предусматривает вариативность требований с учетом категории ответственности объектов и экономической целесообразности.

Для исследования долговечности стальных трубопроводов необходимо разработать экспериментальную методику, воспроизводящую

комбинированное воздействие коррозии и циклических нагрузок [3]. Такой подход позволит моделировать реальные условия эксплуатации материалов. В качестве основы можно использовать стандартные образцы из углеродистой стали, которые подвергаются одновременному влиянию агрессивной среды и механического напряжения. При этом контролируемыми параметрами будут: интенсивность коррозионного воздействия, амплитуда и частота прикладываемой нагрузки.

Необходимо разработать методики лабораторных испытаний для сбора эмпирических данных о деградации стальных образцов. В процессе экспериментов нужно фиксировать изменения геометрических характеристик и физико-механических свойств материалов используемых для изготовления трубопровода. Полученные результаты будут отражать кинетику износа под воздействием комбинированных факторов. Анализ данных позволит выявить закономерности деградационных процессов и количественно оценить скорость разрушения.

В ходе экспериментального моделирования необходимо выявить закономерности изменения характеристик стальных образцов трубопроводов под воздействием ряда факторов для наблюдения за прогрессирующей деградацией поверхности при одновременном воздействии коррозионной среды (рисунок 1) [4] и циклических нагрузок. И для установления интенсивности износа возрастающей при увеличении амплитуды механических напряжений. После обработки экспериментальных данных выводится корреляция между уровнем внешних воздействий и степенью повреждения материала.

Рисунок 1- Воздействие коррозионной среды на трубопровод

Целесообразно, на основе полученных экспериментальных данных провести количественную оценку скорости износа материала трубопровода, а также рассчитать средние значения потери массы образцов за единицу времени при различных режимах нагружения.

Скорость коррозионно-усталостного разрушения может варьироваться в определенном диапазоне, в зависимости от интенсивности воздействий.

Полученные результаты могут подтвердить необходимость учета комбинированного влияния факторов при прогнозировании долговечности стального трубопровода.

Основой такого алгоритма прогнозирования срока службы является моделирование комплексных процессов деградации, таких как коррозия и усталость. Эти процессы должны рассматриваться во взаимодействии, что позволит учесть их синергетическое влияние на долговечность конструкций.

Физическое и математическое моделирование процесса долговечности трубопровода должно включать конструктивно-технологические составляющие описывающие, скорость коррозионного износа и накопление усталостных повреждений. Такой подход будет обеспечивать более точную оценку остаточного ресурса по сравнению с методами, учитывающими только один вид деградации.

Структура алгоритма интегрирует теоретические модели деградации материалов с экспериментальными данными, полученными в ходе лабораторных испытаний. На первом этапе происходит обработка входных параметров, включая характеристики материала и эксплуатационные условия. Далее производится расчет кинетики деградационных процессов с формированием эмпирических зависимостей. Алгоритм позволяет корректировать прогноз на основе данных мониторинга реальных процессов, повышая точность оценки срока службы стального трубопровода.

Точность прогноза долговечности может оцениваться для различных типов промышленных конструкций, включая стальные резервуары и мостовые сооружения, а также эксплуатируемые трубопроводы [5].

Проведя аналитические исследования, можно будет оценить сходимость расчетных и фактических значений для объектов, эксплуатирующихся в подобных условиях.

Наибольшие отклонения могут наблюдаться в случаях сложного сочетания коррозионных и усталостных воздействий. Для практического применения необходимы результаты экспериментальных исследование, на базе которых будут оптимизированы проектные решения по увеличению ресурса долговечности эксплуатируемых трубопроводов.

При этом необходимо учитывать предельные нагрузки и циклическую усталость конструкции, в сочетании с выбором материалов с повышенным запасом прочности. Данный подход будет обеспечивать дополнительный ресурс при эксплуатации в сложных условиях.

Для минимизации деградации материалов в агрессивных средах следует использовать коррозионностойкие покрытия и композитные армирующие элементы. Технологические решения такого типа замедляют процессы коррозии и усталостного разрушения.

Ключевым аспектом внедрения методики мониторинга долговечности является разработка системы регулярного сбора данных о деформациях и трещинообразовании. Для этого предлагается использовать датчики мониторинга состояния конструкций (SMH, от англ. Structural Health

Monitoring), которые будут обеспечивать непрерывный контроль состояния трубопровода и строительных конструкций в реальном времени, а также позволят фиксировать малейшие изменения геометрии и целостности материала, что является основой для оценки текущего уровня деградации. Система мониторинга интегрируется в существующую инфраструктуру объектов без значительных модификаций, и может обеспечивать высокую точность измерений.

Важным элементом такой методики является внедрение алгоритмов прогнозирования остаточного ресурса на основе машинного обучения [6]. Эти алгоритмы анализируют накопленную базу данных и выявляют закономерности развития дефектов. На основе полученных прогнозов может быть сформирован график превентивных ремонтов, что позволит своевременно предотвращать аварийные ситуации.

Список литературы

1. Ватолин А.Н., Рогачев В.В. Коррозия и защита металлов. — Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2008.

2. Межуева Л.В., Иванова А.П. Средства защиты арматуры от коррозии. В сборнике: Наследие И.М. Губкина: интеграция образования, науки и практики в нефтегазовой сфере. Материалы международной научно-практической конференции. Под общей редакцией С.Г. Горшенина. 2018. С. 194-197.

3. Терентьев В.Ф., Оксогоев А.А. Циклическая прочность металлических материалов. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001. — 61 с.

4. Черков С. Защита арматуры от коррозии. С. Черков, С. Рязанов, А.П.Иванова. В сборнике: Молодежная наука в xxi веке: традиции, инновации, векторы развития. Материалы Международной научно-исследовательской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов и старшеклассников. 2018. С. 134-136.

5. Серых А.А. Способ повышения прочности и долговечности тонкостенных элементов металлических конструкций // Вестник НИЦ «Строительство». — 2025. — №1. — С. 75–83.

6. Вагапов Д.Д., Иванова А.П. Машинное зрение как способ контроля качества и геометрических параметров объекта. В сборнике: Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития. Материалы VII Международной научно-исследовательской конференции. В 3-х частях. Оренбург, 2024. С. 51-55.

ОБЗОР ВИДОВ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Изаак С.А., Курякова Т.А., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Системы теплоснабжения играют важнейшую роль в создании условий жизнедеятельности населённых мест. Обеспечение тепловой энергией жилых домов, общественных зданий и промышленных объектов является одной из первостепенных задач энергетики и коммунального хозяйства.

Процесс передачи тепловой энергии между теплоносителями или, другими словами, преобразования тепловой энергии одного теплоносителя (греющего) в тепловую энергию другого (нагреваемого), происходит в теплообменных аппаратах, теплообменниках. Выбор оптимального вида теплообменного аппарата для конкретной системы теплоснабжения зависит от множества факторов, включая требуемую мощность, тип теплоносителей, рабочие температуры и давления, а также экономические и эксплуатационные аспекты. Неправильный выбор или неэффективная работа теплообменника может привести к значительным потерям тепловой энергии, снижению надёжности системы теплоснабжения и увеличению эксплуатационных расходов. Ниже рассмотрим наиболее распространённые виды теплообменных аппаратов, применяемых в современных системах теплоснабжения [2], [3], [4].

Кожухотрубные теплообменники. Теплообменные аппараты такого вида являются «традиционными» для систем теплоснабжения и представляют собой универсальный тип – могут применяться и в пароводяных, и в водоводяных схемах [3]. Их конструкция состоит из корпуса (кожуха) и пучка труб, расположенного внутри этого корпуса. Один теплоноситель движется внутри труб, а другой – в межтрубном пространстве, теплопередача происходит через стенки труб. Направление движения теплоносителей может быть как прямоточным, так и противоточным, что влияет на интенсивность теплообмена.

Преимущества кожуторубных теплообменников:

– высокая надёжность и долговечность;

– способность работать при высоких давлениях и температурах;

– относительная простота конструкции;

– возможность использования различных материалов для труб и корпуса.

Недостатки кожуторубных теплообменников:

– сравнительно низкий коэффициент теплопередачи по сравнению, например, с пластинчатыми;

– значительные габариты и вес;

– сложность обслуживания и ремонта (очистка трубок и межтрубного пространства от отложений трудоёмка, трубки с нарушением герметичности заглушаются и т.д.).

Имеющиеся недостатки кожухотрубных теплообменников обусловили масштабный переход к теплообменникам пластинчатым [2], но, тем не менее, кожухотрубные теплообменные аппараты сегодня ещё эксплуатируются на источниках теплоснабжения и в тепловых пунктах (преимущественно – центральных) для подогрева сетевой воды, приготовления горячей воды, а также в промышленных системах теплоснабжения.

Пластинчатые теплообменники. Такие теплообменники представляют собой более компактное и энергоэффективное решение, чем кожухотрубные. Пластинчатый теплообменник состоит из набора тонких металлических пластин, соединённых между собой таким образом, что между ними образуются каналы для движения теплоносителей. Пластины имеют гофрированную поверхность, что увеличивает турбулентность потока и, как следствие, коэффициент теплопередачи. Теплоносители движутся в каналах, образованных пластинами, теплопередача осуществляется через тонкие стенки пластин. Конструкция обычно предусматривает противоточное движение теплоносителей для максимальной эффективности.

Преимущества пластинчатых теплообменников:

– высокий коэффициент теплопередачи благодаря развитой поверхности и турбулентности потока;

– компактность и малый вес при высокой тепловой мощности;

– лёгкость обслуживания и очистки (для теплообменников разборной конструкции);

– гибкость в изменении тепловой мощности путём добавления или удаления пластин;

– экономичность: благодаря высокой эффективности и низким тепловым потерям можно снизить затраты на электроэнергию;

– простота монтажа и подключения теплообменника.

Недостатки пластинчатых теплообменников:

– ограничения по рабочим температурам и давлениям (особенно для разборных теплообменников);

– склонность к засорению при наличии в теплоносителе крупных взвешенных частиц;

– потенциальная возможность протечек в местах уплотнений при неправильном монтаже или эксплуатации.

Пластинчатые теплообменники получили широкое применение прежде всего в индивидуальных тепловых пунктах из-за компактных размеров в условиях ограниченного пространства. Наряду с этим пластинчатыми теплообменниками в замещение кожухотрубных оснащаются теплопотребляющие системы при реконструкции водоподогревателей, а также при новом строительстве.

Воздушные теплообменники (воздухоподогреватели). Хотя основное применение в системах теплоснабжения имеют теплообменные аппараты, работающие с жидкостными теплоносителями, используются также и воздушные теплообменники, которые работают в системах где одним из

теплоносителей является воздух. В этих системах используются трубчатые или пластинчатые теплообменники, в которых одной средой является горячая вода, пар, или хладагент, а другой – воздух.

Преимущества воздушных теплообменников:

– эффективное нагревание или охлаждение воздуха;

– возможность интеграции в системы кондиционирования воздуха.

Недостатки воздушных теплообменников:

– требуют принудительного движения воздуха;

– подвержены загрязнению пылью и требуют регулярной очистки.

Воздушные теплообменники используются для подогрева приточного воздуха в системах вентиляции (воздушного отопления), для подогрева или охлаждения воздуха в системах кондиционирования, а также в промышленных сушильных установках.

Другие виды теплообменных аппаратов. Помимо вышерассмотренных, в системах теплоснабжения могут применяться и другие, менее распространённые или специализированные типы теплообменников:

– спиральные теплообменники, которые обладают высокой эффективностью теплообмена и компактностью, но их конструкция сложнее в изготовлении и очистке;

– рекуператоры: в общем смысле, все теплообменники, где теплота передаётся через стенку, являются рекуператорами, однако этот термин часто используется для обозначения аппаратов, с помощью которых происходит повторное использование тепловой энергии, например, в промышленных процессах, или специальных системах приточно-вытяжной вентиляции.

– конденсаторы и испарители: их основное применение связано с фазовыми переходами, они используются, например, в тепловых насосах или системах утилизации отработанного пара [4], [5].

Современные тенденции в области теплообменных аппаратов для систем теплоснабжения направлены на повышение их эффективности, надёжности и экономичности. Ключевыми направлениями развития теплообменников являются [1]:

– интенсификация теплообмена: разработка новых конструкций поверхностей теплообмена с улучшенной геометрией, использование специальных покрытий, применение микро- и нанотехнологий для создания поверхностей с повышенной теплопроводностью;

– повышение энергоэффективности: оптимизация конструкции для минимизации гидравлического сопротивления, разработка аппаратов с переменной площадью теплообмена, позволяющих адаптироваться к изменяющимся режимам или условиям эксплуатации;

– применение новых материалов: использование коррозионностойких сплавов, композитных материалов, полимеров с высокой теплопроводностью для увеличения срока службы и снижения веса аппаратов;

– интеллектуализация и автоматизация: подключение теплообменных аппаратов к системам автоматического управления для мониторинга их

состояния, прогнозирования отказов и оптимизации режимов работы; разработка «умных» теплообменников, способных самостоятельно регулировать параметры теплообмена;

– компактные и модульные решения: развитие компактных пластинчатых теплообменников и модульных систем, позволяющих быстро и легко масштабировать тепловую мощность системы;

– утилизация низкопотенциальной теплоты: разработка теплообменных аппаратов, способных эффективно использовать низкотемпературные источники тепла, такие как сточные воды, теплота земли или промышленные отходы.

Выполненный обзор видов теплообменных аппаратов, применяемых в системах теплоснабжения, показывает разнообразие существующих решений и постоянное стремление к их совершенствованию. Видится, что дальнейшие междисциплинарные исследования, объединяющие знания в области теплофизики, материаловедения, гидродинамики и информационных технологий, будут играть решающую роль в реализации этого потенциала.

Список литературы

1. Болдин В.П. Основы конструирования и расчёта теплообменных аппаратов : учебное пособие / В.П. Болдин, М.В. Бодров, И.П. Грималовская, В.В. Сухов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2024. – 81 с.

2. Закиров М.А., Теляков Э.Ш., Осипов Э.В. «Теплообменные аппараты»: учебное пособие / составители: М.А. Закиров, Э.Ш. Теляков, Э.В. Осипов; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во АН РТ, 2021. – 196 с.

3. «Краткий справочник по теплообменным аппаратам» [Текст] / В.А. Григорьев, Т.А. Колач, В.С. Соколовский, Р.М. Темкин ; Под ред. д-ра техн. наук проф. П.Д. Лебедева. – Москва ; Ленинград : Госэнергоиздат, 1962. – 255 с.

4. Малышев А.А., Мамченко М.О., Мизин В.М., Киссер К.В. «Современные теплообменные аппараты в низкотемпературной технике и перерабатывающих производствах» // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Холодильная техника и кондиционирование». 2015. №1. С. 38–44.

5. Сухих А.А., Генералов К.С., Акимов И.А. Испытания теплового насоса для теплоснабжения индивидуального дома //Т руды МГУИЭ. Техника низких температур на службе экологии. – М.: МГУИЭ, 2000.

РОЛЬ И МЕСТО ЭЛЕКТРОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Изаак С.А., Курякова Т.А., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В условиях стремительного технологического прогресса и возрастающей сложности инженерных систем, электронное моделирование становится незаменимым инструментом для проектирования, анализа и оптимизации решений в области строительства. Данная статья рассматривает базовые принципы электронного моделирования, его ключевые преимущества, влияние на повышение надёжности, безопасности и технико-экономической эффективности в области строительства.

Современная действительность характеризуется сложностью и взаимосвязанностью инженерных систем. Традиционные методы проектирования, основанные на эмпирических подходах, физических прототипах и ручных расчётах, становятся все менее эффективными и экономически оправданными [6]. В этом контексте электронное моделирование выступает как весомая часть инженерной деятельности, предоставляя мощный инструментарий для виртуального создания, анализа и оптимизации систем перед их физической реализацией.

Электронное моделирование – это процесс создания математической модели реальной или гипотетической системы, объекта или процесса с использованием компьютерных программ и вычислительных ресурсов. Оно позволяет инженерам исследовать поведение системы в различных условиях, предсказывать её производительность, выявлять потенциальные проблемы и принимать обоснованные проектные решения. Пройдя путь от простого геометрического моделирования до сложных многомерных симуляций, электронное моделирование трансформирует подход к инженерии, делая его более точным, быстрым и экономичным.

В основе электронного моделирования лежит математическое описание физических законов, управляющих поведением системы [2], [5]. Это описание затем преобразуется в вычислительный алгоритм, который может быть выполнен компьютером.

Процесс моделирования состоит из следующих последовательно выполняемых этапов:

1 Постановка задачи – чёткое определение целей моделирования, границ системы и требуемых результатов.

2 Создание геометрической или топологической модели – разработка точного представления объекта или системы на двухмерной плоскости[1] или в

[1] Характерно для наружных инженерных систем.

трёхмерном пространстве[2] с использованием систем автоматизированного проектирования.

3 Определение физических свойств и граничных условий – задание материалов, нагрузок, температур, потоков и других параметров, влияющих на работу системы.

4 Применение численного метода – использование таких методов, как метод конечных элементов, метод конечных объёмов, метод конечных разностей для дискретизации модели и решения уравнений, характеризующих объект или систему.

5 Выполнение симуляции – запуск расчётно-вычислительного процесса для получения результатов.

6 Постобработка и анализ результатов – визуализация данных, интерпретация полученных решений.

7 Верификация и калибровка – сравнение результатов моделирования с имеющимися аналитическими решениями, экспериментальными данными или реальными наблюдениями, в случае расхождения – обеспечения точности модели путём тонкой настройки входных параметров, применения метода штрафных функций и т.д.

Классификация электронного моделирования может быть проведена по различным критериям.

1 По типу моделируемого процесса:

1.1 Структурный анализ: прочность, жёсткость, устойчивость, усталость.

1.2 Тепловой анализ: распределение температур, теплопередача.

1.3 Гидрогазодинамика: потоки жидкостей и газов, аэродинамика.

1.4 Электромагнитное моделирование: распределение полей, индуктивность, ёмкость, распространение волн.

1.5 Акустическое моделирование – распространение звука, шумоподавление.

1.6 Моделирование систем управления: динамика, устойчивость, отклик.

1.7 Многофизическое моделирование: комбинирование нескольких физических явлений.

2 По степени детализации:

2.1 Концептуальное (проектное) моделирование: общее представление для ранних стадий проектирования.

2.2 Детальное (рабочее) моделирование: точное представление для анализа конкретных компонентов и узлов.

3 По временно́му аспекту:

3.1 Статическое моделирование: анализ объекта или системы в установившемся состоянии.

3.2 Динамическое моделирование: анализ объекта или системы во времени.

4 По назначению:

2 Характерно для зданий и сооружений, внутренних инженерных систем.

4.1 Конструктивное моделирование: создание 3D-моделей деталей и узлов.

4.2 Функциональное моделирование: имитация работы системы в целом или её частей.

4.3 Аналитическое моделирование: использование математических моделей для прогнозирования поведения.

4.5 Симуляционное моделирование: проведение виртуальных экспериментов с целью оценки параметров и выявления возможных проблем.

Можно выделить целый ряд значимых преимуществ электронного моделирования, что отражено в таблице 1.

Таблица 1 – Преимущества, предоставляемые электронным моделированием

Преимущество	Содержание
1 Снижение затрат и времени на проектирование	Возможность виртуального тестирования и оптимизации позволяет значительно сократить количество расчётно-вычислительных итераций и исключить необходимость создания многочисленных действительных прототипов объекта, системы или их частей; ошибки выявляются на ранних стадиях, когда их исправление обходится с меньшими затратами времени, ресурсов и средств.
2 Повышение качества и надёжности	Моделирование позволяет исследовать поведение объекта или системы как в рабочих, так и в аварийных или нерасчётных условиях, выявлять слабые места, оптимизировать окончательное решение
3 Ускорение инноваций	Моделирование позволяет удобно экспериментировать с различными проектными решениями (материалами, конфигурациями и т.д.), что способствует более быстрой реализации инновационных идей
4 Широкие возможности оптимизации	С помощью моделирования можно точно рассчитать и настроить параметры системы для достижения максимальной эффективности.
5 Снижение рисков	Моделирование позволяет предсказывать потенциальные сбои, аварии и нежелательные эффекты с последующим учётом этого в окончательных решениях
6 Визуализация сложных процессов	Сложные физические явления, которые трудны для наблюдения или понимания при работе в полевых условиях, могут быть визуализированы и проанализированы на модели в комфортных камеральных условиях.
7 Возможность комплексного анализа	Современные программные комплексы позволяют проводить многопараметрический анализ, учитывающий различные физические явления (механические, тепловые, гидравлические и др.) в комплексе.
8 Поддержка принятия решений	Результаты моделирования предоставляют объективные данные для принятия обоснованных проектных, технических и управленческих управленческих решений.

Несмотря на рассмотренные преимущества, электронное моделирование сталкивается с рядом вызовов и ограничений. Одним из главных является необходимость высокой квалификации специалистов, способных правильно создавать модели, интерпретировать результаты и принимать на их основе грамотные обоснованные решения. Ошибки на этапе моделирования могут привести к неверным выводам и, как следствие, к неэффективным или небезопасным проектам.

Другой важный аспект – вычислительные ресурсы. Сложные многопараметрические модели требуют значительных вычислительных мощностей и времени на проведение расчётов. Хотя облачные технологии частично решают эту проблему, доступ к ним может быть ограничен из-за стоимости или инфраструктурных особенностей.

Также стоит отметить, что модели всегда являются упрощённым представлением реальности. Не все физические процессы могут быть учтены с необходимой точностью, что требует постоянного совершенствования методов и программного обеспечения.

Перспективы развития электронного моделирования видятся прежде всего в интеграции искусственного интеллекта, машинного обучения и облачных вычислений. Развитие виртуальной и дополненной реальности открывает новые возможности для визуализации и интерактивного взаимодействия, облачные технологии обеспечивают доступ к мощным вычислительным ресурсам и совместную работу специалистов из разных регионов, что значительно ускоряет процесс создания объектов капитального строительства и инженерных систем и повышает его продуктивность.

«Цифровой двойник», представляющий собой динамическую, постоянно обновляемую виртуальную электронную модель физического объекта или системы [3], которая синхронизируется с реальным миром напрямую через датчики или опосредованно через данные с других автоматизированных информационно-измерительных систем, является одним из наиболее перспективных направлений развития электронного моделирования. Понятие «цифрового двойника» закреплено в национальном стандарте РФ [1], также в рамках цифровой трансформации отрасли строительства и сферы ЖКХ было принято распоряжение Правительства [4], которым утверждена стратегия развития отрасли на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года, предусматривающая внедрение цифровых технологий на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства с переходом на сквозные технологии моделирования.

Таким образом, электронное моделирование перестало быть просто вспомогательным инструментом и превратилось в неотъемлемую часть современного инженерного процесса. Инвестиции в развитие технологий моделирования, обучение специалистов и интеграция этих инструментов в полный жизненный цикл объектов строительной отрасли (в том числе инженерных систем) имеют стратегическую важность.

Список литературы

1. ГОСТ Р 57700.37-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения (утверждён и введён в действие приказом Росстандарта от 16.09.2021 № 979-ст).

2. Звонарев С.В. Основы математического моделирования: учебное пособие / С.В. Звонарев. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 112 с.

3. Постановление Правительства РФ от 17.05.2024 № 614 «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов».

4. Распоряжение Правительства РФ от 31.10.2022 № 3268-р «Об утверждении Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года».

5. Сидоров В.Н., Ахметов В.К. Математическое моделирование в строительстве. Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2007. – 336 с.

6. Хохлова, М.В. Интегративный подход к формированию технологической компетентности будущих инженеров [Текст]: монография / М.В. Хохлова, О.Ю. Плескачева. – Брянск: РИО БГИТА, 2011. – 104 с.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Изаак С.А., Курякова Т.А., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Диагностика трубопроводов является важной частью эксплуатации инженерных коммуникаций, обеспечивающих теплоснабжение потребителей. Эффективность диагностирования определяет надёжность и безопасность функционирования трубопроводных систем, минимизацию аварийных ситуаций и снижение затрат на ремонт и обслуживание [2]. В данной статье рассматриваются основные методы диагностики трубопроводов тепловых сетей (теплопроводов), применяемые в настоящее время, раскрываются их преимущества и недостатки.

Тепловые сети представляют собой сложную систему трубопроводов и инженерного оборудования, предназначенного для транспортировки теплоносителя от источников теплоснабжения и теплораспределения[3] к теплоиспользующим установкам [3]. Надёжность, долговечность и экономичность работы такого типа инфраструктуры напрямую зависит от состояния трубопроводов, своевременного выявления дефектов и устранения возможных неисправностей. Диагностика позволяет оперативно выявлять существующие или потенциально возможные повреждения трубопроводов и минимизировать риски возникновения аварийных ситуаций, обеспечивая устойчивое функционирование системы теплоснабжения.

Под диагностикой теплопроводов понимается комплекс мероприятий, направленных на выявление повреждений, деформаций, коррозии, утечек и прочих факторов, негативно влияющих на работоспособность тепловых сетей. Основная цель диагностики – раннее обнаружение отклонений фактического технического состояния трубопровода от нормального и предупреждение развития критических ситуаций.

Методы диагностики трубопроводов тепловых сетей, применяемые в настоящее время, позволяют получать объективную оценку технического состояния трубопроводов и принимать обоснованные решения относительно сроков ремонта, замены участков и т.п., а также и по мероприятиям профилактического характера. Важно отметить, что современные технологии значительно расширяют возможности диагностики, делая её более точной и информативной [1]. Современная методология диагностики трубопроводов выделяет визуальные и инструментальные методы, и наиболее распространенными среди них являются следующие.

Визуальные методы диагностики представляют собой традиционный способ оценки состояния поверхности трубопроводов путём осмотра,

[3] В частности, от центральных тепловых пунктов.

непосредственного или с применением специального оборудования (эндоскопы, зеркала, видеокамеры и т.д.). Визуальным способом выполняется контроль состояния трубопровода и конструктивных элементов, выявляются дефекты на поверхности труб, в местах сварных соединений, а также оценивается состояние тепловой изоляции и её покровного слоя.

Визуальный осмотр может проводиться без снятия или со снятием тепловой изоляции. Без снятия тепловой изоляции выполняется проверка отсутствия видимой течи из трубопровода, защемления трубопровода в компенсаторах, в местах прохода трубопровода через стенки тепловых камер, площадок, а также оценка состояния подвижных и неподвижных опор. Снятие тепловой изоляции выполняется для выявления изменений формы труб, поверхностных дефектов в основном металле и сварных соединениях, образовавшихся в процессе эксплуатации (трещин, коррозионного износа и т.д.). В труднодоступных местах – в непроходных каналах, при бесканальной прокладке – осмотр трубопроводов производится в пределах тепловых камер и смотровых колодцев без снятия тепловой изоляции. При обнаружении течи или парения из трубопровода, смещений трубопровода, разрушения или увлажнения изоляции выполняется осмотр с выемкой грунта и снятием тепловой изоляции.

Бригадой рабочих-обходчиков выполняется осмотр всех закреплённых за ней участков тепловой сети, в ходе чего выполняется контроль состояния изолированной поверхности трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры, плотность соединений трубопроводов; удаление посторонних предметов; очистка загрязнений. Результаты проведения визуального осмотра фиксируются в журнале обходов.

Преимущества визуальной диагностики заключаются в простоте реализации и доступности. Однако этот метод имеет ограниченные возможности в случаях скрытых дефектов или труднодоступных мест трубопроводов.

Инструментальные методы диагностики основаны на применении специальных приборов и технологий, позволяющих оценить состояние внутренних поверхностей трубопроводов без разрушения конструкции. Наиболее распространены следующие инструментальные методы.

Метод акустической эмиссии. Акустико-эмиссионный контроль основан на регистрации упругих волн, которые генерирует сам контролируемый материал при деформациях и росте трещин, анализируются сигналы, возникающие непосредственно в самом объекте под нагрузкой [3]. Этот метод позволяет обнаружить микротрещины и зоны повышенной нагрузки до появления видимых признаков износа.

Ультразвуковая толщинометрия. Этот метод предназначен для оценивания толщины стенки трубы специальным прибором – ультразвуковым толщиномером – принцип действия которого основан на измерении времени прохождения ультразвукового импульса от излучателя через стенку трубы и обратно. С помощью ультразвуковой толщинометрии выявляются места

утонения[4] стенки трубы – в местах утонения снижается прочность трубы и её устойчивость к давлению – возникшие в результате коррозионного воздействия, эрозионного износа, механического воздействия при монтаже и эксплуатации, естественного старения материала или действия других факторов, а также наличие трещин и свищей.

Корреляционно-акустическая технология поиска утечек. Этот метод предполагает использование специальных течеискателей, принцип работы которых следующий: на трубопровод устанавливаются два виброакустических датчика[5] по концам участка, подлежащего диагностике, и по теплоносителю внутри трубы подаётся звуковой сигнал [1]. На основе анализа параметров этого сигнала коррелятором устанавливается расстояние до места утечки.

Магнитометрический контроль. Метод магнитометрии заключается в измерении изменения напряжённости магнитного поля вокруг трубы. Это изменение связано с наличием дефектов металла и нарушением целостности стенки трубопровода. При применении магнитометрического метода обязательно снятие тепловой изоляции и зачистка поверхности трубы.

Радиографический контроль. Радиография основана на прохождении рентгеновского излучения сквозь металл трубопровода. Трубопровод становится «видимым насквозь», что позволяет выявить скрытые дефекты материала.

Тепловизионный метод. Этот метод предполагает дистанционную инфракрасную съёмку трубопровода. Тепловизор в виде термограммы фиксирует распределение температуры на поверхности трубопровода, и по интенсивности теплового потока в конкретных местах можно определить проблему: повреждение тепловой изоляции, скрытая утечка теплоносителя, нарушение плотности запорной арматуры и т.д.

Испытания трубопроводов тепловых сетей:

а) тепловые, на максимальную температуру теплоносителя – с целью выявления дефектов трубопроводов, компенсаторов, опор, а также проверки компенсирующей способности тепловых сетей в условиях температурных напряжений;

б) гидравлические, на прочность и плотность (опрессовка) – с целью выявления слабых участков тепловых сетей при повышении давления теплоносителя в них до 1,25 рабочего (но не менее 0,2 МПа) [4].

Для рассмотренных методов диагностики трубопроводов тепловых сетей целесообразно выделить основные преимущества и недостатки, что сделано в резюмирующей таблице 1.

[4] Утонение стенки трубы – это уменьшение толщины стенки трубы по сравнению с её номинальной толщиной.

[5] В местах установки датчиков поверхность трубопровода должна быть освобождена от тепловой изоляции и зачищена.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки рассмотренных методов диагностики трубопроводов тепловых сетей

Метод	Преимущества	Недостатки
Визуальное обследование	Простота, наглядность	Ограниченность глубины обследования
Акустические (акустическая эмиссия, ультразвуковая толщинометрия, корелляционно-акустический)	Высокая чувствительность, высокая точность	Сложность интерпретации результатов, потребность в специальном оборудовании и квалифицированном персонале
Магнитометрия	Возможность выявления скрытых дефектов	Необходимость демонтажа тепловой изоляции трубопровода
Радиографический контроль	Детализация внутреннего строения	Опасность радиационного воздействия
Тепловизионная съёмка	Быстрое получение изображений температурных аномалий	Картина распределения температур – поверхностная
Тепловые и гидравлические испытания	Периодичность проведения строго регламентирована	Требует масштабной организации проведения и качественного управления последним

Очевидно, диагностика трубопроводов тепловых сетей играет ключевую роль в обеспечении надёжного и бесперебойного теплоснабжения. Применение современных методов позволяет своевременно выявлять неисправности и устранять возможные риски до аварий. Выбор конкретного метода должен основываться на оценке конкретных условий эксплуатации и требований к качеству контроля. Комплексный подход, включающий использование разных методов диагностики, позволит повысить эффективность мониторинга и продлить срок службы трубопроводов.

Список литературы

1. Андреева С.А. Инновационные методы диагностики тепловых сетей // Новости теплоснабжения 2017. №04 (200) [электронный ресурс] – Режим доступа. URL: https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=3388 (дата обращения: 12.01.2026).

2. Есаян Л.Н. Современные проблемы теплоснабжения городов и рациональные пути их решения // Актуальные исследования. 2021. №1 (28). С. 13–15. [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: https://apni.ru/article/1726-sovremennie-problemi-teplosnabzheniya-gorodov (дата обращения 12.01.2026).

3. Поленова Л.В., Черновец Н.Б., Иванов Н.В., Чуйко Д.Е. О методах НК, применяемых для диагностики трубопроводов тепловых сетей. − В мире НК. – Декабрь 2009 г. − № 4 (46). − С. 25−28.

4. Приказ Ростехнадзора от 25.03.2014 № 116 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности “Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением”» (зарегистрировано в Минюсте России 19.05.2014 № 32326).

УЧЁТ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ И ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ: ПРОБЛЕМЫ И ВЫЗОВЫ

Изаак С.А., Курякова Т.А., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Тепловая энергия является одним из важнейших ресурсов, используемых человеком. Её учёт необходим для эффективного управления теплопотреблением, контроля качества услуг теплоснабжения и предотвращения потерь. Однако существующая система учёта тепловой энергии и теплоносителя (без которого передача её невозможна) сталкивается с рядом трудностей.

Актуальность проблемы учёта тепловой энергии и теплоносителя обусловлена необходимостью повышения энергоэффективности, снижения затрат на отопление и горячее водоснабжение, а также соблюдения экологических норм [4]. В современном мире, где энергоэффективность и рациональное использование ресурсов становятся не просто желательным, а жизненно необходимым, учёт тепловой энергии и теплоносителя занимает одно из ключевых мест. Это не просто техническая процедура, а комплексный подход, который лежит в основе справедливого распределения затрат, оптимизации потребления и, в конечном итоге, устойчивого развития.

Энергосбережение начинается с учёта – невозможно сформировать программу энергоэффективных мероприятий, не зная, гдé и кáк используется или расходуется ресурс [2]. Отсутствие точных данных по потреблению тепловой энергии приводит следующему:

1 Несправедливое распределение затрат. Без индивидуального или даже общедомового учёта стоимость теплопотребления распределяется по площади помещения или количеству проживающих. Это означает, что те, кто экономит теплоту, будут платить за тех, кто расходует её нерационально.

2 Отсутствие стимулов к экономии. Если потребитель не видит прямой связи между своей культурой потребления и стоимостью потреблённых ресурсов, у него нет мотивации к энергосбережению.

3 Неэффективное управление. Для теплоснабжающих организаций отсутствие учёта тепловой энергии и теплоносителя означает невозможность эффективно планировать производство, выявлять потери в сетях и оптимизировать режимы работы системы теплоснабжения.

4 Экологический аспект. Перерасход тепловой энергии означает избыточное сжигание топлива, что приводит к увеличению вредных выбросов и загрязнению окружающей среды.

Можно выделить целый ряд основных вызовов, с которыми сталкивается процесс учёта тепловой энергии и теплоносителя. Наиболее весомыми, однако, видятся такие:

А) Сложность физических процессов. Тепловая энергия не является материальным объектом, который можно измерить непосредственно – её передача всегда связана с использованием «промежуточной» среды – теплоносителя, состояние которого описывается набором параметров: температура, давление, расход, теплоёмкость и т.д. Это требует использования сложных комплексов: датчиков, преобразователей и вычислительно-измерительных блоков, которые должны измерять все эти параметры и производить на основе них вычисления в реальном времени.

Б) Многообразие систем теплоснабжения, причём каждая имеет свои особенности, конфигурацию и теплогидравлические режимы работы. Это обуславливает потребность в различных типах и модификациях приборов учёта, а также в адаптации методик и алгоритмов расчёта.

В) Качество теплоносителя. Степень загрязнения теплоносителя значительно влияет на точность учёта. Примеси, отложения, коррозия могут приводить к засорению приборов учёта, изменению их характеристик и, как следствие, к некорректным показаниям.

Г) Внешние факторы и условия эксплуатации: температура и влажность окружающей среды, электромагнитные помехи, вибрации – всё это может оказывать влияние на работу приборов учёта.

Д) Человеческий фактор. Ошибки при монтаже, настройке, эксплуатации и снятии показаний приборов учёта, а также попытки несанкционированного вмешательства в их работу не теряют своей актуальности.

В своём развитии учёт потребления тепловой энергии реализовывался на следующих уровнях [5]:

1 Косвенные методы, основанные на нормативах теплопотребления.

2 Общедомовые приборы учёта (ОДПУ), устанавливаемые на вводе тепловой сети в объект и позволяющие учитывать его общее теплопотребление, что уже даёт возможность распределять затраты более справедливо и выявлять внутренние потери [3].

3 Индивидуальные приборы учёта (ИПУ), устанавливаемые непосредственно в каждой квартире или помещении и позволяющие учитывать расход тепловой энергии каждым конкретным потребителем. Это создаёт прямую связь между потреблением и оплатой, стимулируя к экономии [1].

4 Системы автоматизированного учёта (АСКУТЭ, АИИС ТиКУ) – цифровые системы, которые позволяют автоматически собирать данные с приборов учёта, удалённо передавать их, анализировать, формировать отчёты, сохранять архивы и обеспечивать связь с другими информационно-вычислительными системами. Такие системы минимизируют человеческий фактор, повышают точность и оперативность предоставления данных.

Эти уровни являются взаимодополняющими: на объектах, не оснащённых приборами учёта, потребление рассчитывается по нормативам (косвенный метод), при наличии общедомовых и индивидуальных приборов учёта разность между общедомовыми и суммой индивидуальных показаний понимается в качестве общедомовых нужд, а автоматизированные системы позволяют

собирать, хранить и обрабатывать данные учёта всех потребителей или их групп централизованно. И здесь следует указать на основные проблемы, присутствующие в этом, на первый взгляд отлаженном, процессе [2], [4], [5].

В первую очередь отметим точность приборов учёта. Величина погрешности измерений напрямую зависит от качества изготовления датчиков, преобразователей, микропроцессорных блоков. Комплектующие, произведённые с использованием несовершенных технологий, недостаточно откалиброванные, если и проходят первичную поверку, то в ходе эксплуатации за сравнительно короткое время начинают работать неправильно или вообще выходят из строя.

Далее обратим внимание на несоответствие нормативных документов требованиям практики. Нормативные документы часто отстают от реальных условий эксплуатации. Например, расчётные (нормативные) значения тепловых потерь трубопроводами в условиях применения современных эффективных изоляционных материалов значительно отличаются от фактических значений, что приводит к завышению номинальных затрат на передачу тепловой энергии.

Отсутствие единой методики расчётов объёмов теплопотребления также имеет место. Различные организации используют разные методы расчёта количества потреблённой тепловой энергии, что затрудняет сопоставление результатов и контроль за качеством предоставляемых услуг. Также в контроллеры приборов учёта тепловой энергии и теплоносителя могут быть заложены различные расчётные алгоритмы.

И, наконец, сложности в автоматизации сбора данных. Автоматический сбор данных с узлов учёта тепловой энергии и теплоносителя. Несмотря на наличие тех же АСКУТЭ/АИИС ТиКУ, приборы учёта в них необходимо правильно завести и настроить, а затем наладить необходимый пул отчётов, ролей и транзакций по автоматизированным рабочим местам, с привлечением и обучением соответствующих специалистов. Сюда же можно отнести и проблему интеграции разнородных систем учёта.

Учёт тепловой энергии и теплоносителя сегодня – это уже не просто техническая задача, а базовый элемент построения эффективной системы теплоснабжения. Проблемы в этой области многогранны и требуют системного подхода к их решению. Инновационные технологии, метрологический контроль и совершенствование нормативной базы являются значимыми факторами для достижения высокого качества учёта.

Список литературы

1. Грановский В.Л., Никитина С.В. Индивидуальный учёт тепловой энергии в многоквартирных домах: особенности, возможности, проблемы – журнал АВОК, 2020, №2, с. 58–63.

2. Медведкова О.С. Энергосбережение за счёт организации учёта тепловой энергии / О.С. Медведкова // Молодой учёный. – 2020. – № 45 (335). – С. 18–21.

3. Псаров С.А. Анализ эффективности теплопотребления зданий по показаниям приборов учёта / С.А. Псаров, Е.В. Шумилин // «Вестник Евразийской науки» (The Eurasian Scientific Journal) – 2023 – Т. 15 – № 4.

4. Сухоцкий А.Б. Основы учёта, контроля и регулирования в системах теплоснабжения. – Минск: Теплосила, 2024. – 274 с..

5. Швайковский Е.В. Учёт тепловой энергии в России: ретроспектива // «Вестник магистратуры», 2021, №1–5 (112).

АРХИТЕКТУРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ПЕРВОЙ ЧЕТВЕРТИ XXI ВЕКА

Иконописцева О.Г., канд. архитектуры, Токмаков А.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Архитектурное образование всегда включало в себя очень большой объём разносторонних знаний, но современный мир меняется настолько быстро, что парадигма развития и изменения современного общества ставит новые задачи в образовательном процессе, и это требует очень быстрой адаптации. Революционные изменения в области проектирования в конце XX в., связанные с IT-технологиями, изменили десятилетиями сложившуюся систему образования, переведя все графические коммуникации архитекторов в начале 2000-х от ручной графики в компьютерную. Появление ИИ-технологий продолжает открывать всё новые и новые горизонты, и эти изменения напрямую затрагивают структуру архитектурного образования, программы и практическую подготовку студентов-архиконтов. Пандемия COVID-19 только ускорила переход к цифровизации образования, удобство и развитие онлайн-форматов обучения и дистанционного образования, что расширило возможности образовательного процесса. Многие вузы начали предлагать курсы и программы дистанционно, что делает архитектурное образование более доступным для широкой аудитории абитуриентов, студентов, магистрантов и аспирантов.

Помимо технологического развития и глобальных пандемий, политические изменения последних лет обусловили приостановку международных партнёрств и выход из Болонской системы, что перенаправило фокус от западноевропейской модели образования в сторону сотрудничества с другими регионами и странами — Китаем, Индией, Сингапуром, странами Юго-Восточной Азии, а также с партнёрами по БРИКС, Турцией и ОАЭ, где архитектурное образование активно развивается в русле цифровой трансформации и устойчивого развития. Именно в этих регионах активно развивается современная архитектура XXI века. По мнению Н. Токарева, директора Архитектурной школы «МАРШ», необходимо воспользоваться лучшими практиками европейского образования, направленных на вызовы современности, такие как климатические изменения, экология, экономия ресурсов, ресайклинг материалов и повторное использование зданий, для внедрения в отечественную систему архитектурного образования. [1]

Сегодня в России не так много учебных программ в архитектурном образовании. Как правило, архитектурные школы придерживаются системы, сложившейся ещё в советский период, и эта система не сильно изменилась за последние 30–40 лет. Набор учебных предметов формируется централизовано. Программы обновляются достаточно медленно, а в течение 2–3 лет, как мы наблюдаем, происходят серьёзные изменения, которые требуют корректировки учебных планов, изменения или дополнения дисциплин и рабочих программ. Например, традиционные дисциплины, такие как «Начертательная геометрия»,

могли бы быть частично заменены или дополнены модулями по параметрическому моделированию и генеративному дизайну. Поэтому студенты очень часто «добирают» недостающие знания и навыки факультативно и на свой выбор. Дополнительные курсы можно пройти и в институтах, если есть соответствующие компетенции у преподавателей, готовых факультативно давать дополнительные знания. Есть, конечно, примеры изменения программ подготовки и открытие новых направлений в ведущих вузах страны. Например, ещё в 2013 году в МАРХИ по инициативе проректора по научной работе Г.В. Есаулова была разработана и утверждена концепция экологического образования.

Сложность архитектурного образования заключается в том, что мы не выпускаем готовых архитекторов после вуза; выпускникам требуется постоянная профессиональная «доподготовка» после окончания высшей школы, как врачам и юристам. В современных реалиях для профессионального роста и востребованности, или развития собственного бюро, продолжать своё образование и повышать профессиональные навыки на практике придётся постоянно и на стыке различных междисциплинарных компетенций. Кроме технических знаний, современный архитектор должен обладать развитыми **мягкими навыками (soft skills)**: коммуникацией, управлением проектами, кросс-культурным взаимодействием, экологическим и экономическим мышлением. Внедрение воркшопов, коллабораций с инженерами, социологами и экологами может помочь в формировании этих компетенций.

На практике у архитектурных компаний есть запрос на специалистов, которые смогут вести любую стадию проекта, но таких по определению не выпускает архитектурная школа — это академические, а не практические знания.

Молодые специалисты, приходя на работу в проектные организации, обладают слабыми знаниями нормативной базы, поверхностным владением программами и нуждаются в периоде полноценной профессиональной адаптации на практике. В советское время этот период заменяла работа младшим архитектором в проектном институте в течение 2–3 лет. Поэтому непрерывное обучение: концепция постоянного профессионального развития на протяжении всей карьеры — это новая норма современной профессиональной жизни. Система life-long learning, выходящая за рамки традиционного образования, даёт возможность достичь больших высот в профессии. [3]

Сегодня на рынке образовательных послевузовских услуг мы видим довольно большой спектр образовательных предложений — программ, курсов профессиональной доподготовки архитекторов. По словам Е. Пановой, CEO коммуникационного агентства Plan the Best, есть существенная разница между поколениями современной молодежи. Старшее поколение предпочитает работать самостоятельно, используя традиционные методы обучения (мастер-классы, семинары, курсы).

Миллениалы балансируют между аналоговым и цифровым миром. Это поколение понимает факт, что учиться нужно всю жизнь, для личностного роста и карьерного развития. В основном они рассматривают краткосрочные образовательные программы и воркшопы, совмещая работу и учебу.

Зумеры родились в мире интернета и не смогут вспомнить свою жизнь без смартфонов и компьютеров. Они предпочитают практику, видео-контент, социальное обучение. Мотивация для них — не деньги, а возможность узнать нечто большее, удивительное, уникальное и быть в этом специалистом; часто это не учитывается работодателями. [1]

Появление инструментария ИИ-технологий и нейросетей открыло новые возможности для архитектурного образования и практики, горизонт которых сейчас сложно ограничить в связи с постоянным развитием инструментария. Сегодня в арсенале студентов и практиков — такие инструменты, как **Midjourney и Stable Diffusion** для генерации визуальных концепций, **ChatGPT** для анализа текстовых данных и создания сценариев, **Grasshopper с AI-плагинами** для параметрического проектирования. Однако важно учитывать и риски: чрезмерная зависимость от ИИ может снижать креативность, возникают этические вопросы авторства и экологической ценности цифровых решений.

Несомненно, что искусственный интеллект и нейросети уже оказали значительное влияние на творческие профессии. Российские архитекторы применяют как параметрические, так и генеративные методы, используют ИИ для генерации идей, поиска предварительных проектных концепций, графической доработки проектов, оптимизации проектных решений, что, в свою очередь, создаёт новые требования к знаниям и навыкам будущих специалистов.

Зарубежные школы активно внедряют ИИ в образовательные программы обучения. Например, в Школе архитектуры и дизайна Нью-Йоркского института технологий (NYIT) программа магистратуры по архитектуре и вычислительным технологиям (MS.ACT) включает внедрение ИИ в учебные курсы. Студенты изучают, как ИИ может изменить проектирование зданий, их восприятие и функциональность.

В Университете Умм аль-Кура (Саудовская Аравия) в исследовании интеграции ИИ в архитектурное образование анализируется осведомлённость, использование и восприятие ИИ студентами и преподавателями. Подчёркивается необходимость учебных программ и семинаров для развития навыков, связанных с ИИ.

В России в Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете (СПбГАСУ) студенты активно осваивают ИИ, например, применяют его при разработке курсовых проектов по дисциплине «Архитектурное проектирование». Однако преподаватели выявляют возможные сферы применения ИИ и границы, в которых можно применять эту технологию, чтобы не навредить освоению других важных компетенций. [5]

В Пермском политехническом университете с 2023 года на базе кафедры Архитектуры и урбанистики открыта новая программа бакалавриата «Цифровая архитектура» (направление 07.03.01 «Архитектура»). В учебном плане более 30 дисциплин. Образовательная программа «Цифровая архитектура» совмещает в себе формирование компетенций не только в области классической архитектуры, но и в области цифровизации архитектурного проектирования и территориального планирования.

Конечно, внедрение инновационных технологий сталкивается с рядом проблем: технические и финансовые барьеры могут ограничивать доступ учебных заведений к современным технологиям. Также необходима подготовка преподавателей, способных эффективно использовать новые инструменты.

Будущее российского архитектурного образования несомненно за **гибридным форматом обучения**, сочетающим традиционные и современные методы на основе генеративного дизайна в области архитектуры и градостроительства. По данным Российского союза архитекторов, стоимость гибридной формы обучения на 30–40% ниже традиционной. Плюсы данной формы образования — не только экономическая целесообразность, но и совмещение теории и практики. Гибридный формат позволяет будущим архитекторам совмещать теоретические знания с практическим опытом. ИИ не заменит архитектора, но расширяет его возможности, увеличивая скорость проектирования и предлагая получить десятки проектных решений на выбор, отвечающих современным международным стандартам оценки экологической устойчивости и энергоэффективности зданий, таких как LEED и BREEAM. [5]

Необходима реализация программ, ориентированных на вызовы и тренды современности — такие как зелёное строительство, энергоэффективность, устойчивый урбанизм. Введение модулей по междисциплинарности — например, по взаимодействию с инженерными, конструктивными и инфраструктурными особенностями, с учётом финансовой составляющей. Сотрудничество с предприятиями архитектурного и строительного комплекса в решении актуальных проблем отрасли. [6]

Для успешной трансформации образования целесообразно разработать гибкие модульные программы с обязательной практикой в архитектурных бюро, онлайн-курсами от ведущих вузов мира, стажировками в странах-партнёрах. Важную роль могут сыграть грантовые программы, конкурсы студенческих проектов и отраслевые акселераторы, поддерживаемые государством и бизнесом.

При этом мы понимаем, что важно сохранять баланс между традиционной архитектурной школой и новыми цифровыми подходами — многие архитектурные вузы стремятся сохранить классические основы обучения, сочетая их с современными технологиями.

В заключение, можно сказать, что архитектурное образование находится на пороге значительных изменений, обусловленных развитием цифровых технологий, изменением политической и экономической ситуации в мире, а также новыми вызовами в области устойчивого развития и экологии. Для успешного развития архитектурного образования в будущем необходимо:

1. Внедрять современные цифровые технологии и методы обучения, включая ИИ и генеративный дизайн.
2. Развивать междисциплинарные программы и сотрудничество с другими вузами и организациями.
3. Уделять больше внимания экологическим аспектам и устойчивому развитию в архитектурном проектировании.

4. Создавать условия для непрерывного обучения и профессионального развития архитекторов.

5. Сохранять баланс между традиционными методами обучения и современными инновациями.

Только так можно подготовить новое поколение архитекторов, способных успешно решать задачи современного общества и вносить вклад в развитие архитектуры и градостроительства.

Список литературы

1. Архитектурное образование: тренды нового сезона [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://archi.ru/russia/97564/

2. Е. Л. Власова, М. Л. Власова, Н.В. Боровикова, Д.В. Карелин. Искусственный интеллект в архитектурно-градостроительном проектировании // Architecture and Modern Information Technologies. 2023. №4(65). С. 311-324.

3. Салех М.С. Внедрение цифровых методов на различных этапах архитектурного проектирования // Architecture and Modern Information Technologies. 2021. №1(54). С. 268–278.

4. Сапрыкина Н.А. Тезаурус параметрической парадигмы формирования архитектурного пространства // Architecture and Modern Information Technologies. — 2017. — №3(40). — С. 281-303.

5. Цифровая архитектура. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://aur-perm.ru/digital_arch

6. AI в архитектурном дизайне и проектировании. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://media.future-hub.io/stati/ai-architecture-design

7. Как использовать искусственный интеллект в архитектуре: инструменты, примеры и будущее проектирования [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://archshapka.ru/blog/tpost/x0bflsib71-

Дополнительные ресурсы:

- Открытые образовательные платформы: Coursera, Stepik, «Открытое образование».
- Профессиональные сообщества: ArchDaily, Teplitsa.tech, Российский союз архитекторов.
- Исследования 2024–2025 гг. по цифровизации архитектурного образования (например, отчёты НИУ ВШЭ, МАРХИ).

ВЛИЯНИЕ АНКЕРНОГО ПОЛЯ НА ОБЩУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ГРУНТОВОГО МАССИВА ОТКОСА ПОВЫШЕННОЙ КРУТИЗНЫ

Кириллова Е.С., Украинченко Д.А., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Обеспечение устойчивости откосов – одна из ключевых задач в строительстве и эксплуатации транспортных магистралей, гидротехнических сооружений и объектов гражданского строительства. Крутые откосы, особенно с углом наклона, близким к углу внутреннего трения грунта, являются потенциально опасными и требуют специальных конструктивных решений по их укреплению. Одним из наиболее эффективных и широко применяемых методов является использование грунтовых анкеров, которые позволяют передавать растягивающие усилия в устойчивые слои грунта, повышая общую устойчивость массива [1]. Целью данной работы является количественная оценка влияния системного анкерного поля на устойчивость типового крутого откоса на основе нормативных методов расчета.

Объектом исследования является откос высотой H = 12 м, с крутизной 1:1 (угол β = 45°) в Московской области, Солнечногорского района, сельского поселения Пешковское, в районе д. Безверхово. Грунт тела откоса и основания – однородный насыпной грунт со следующими характеристиками: удельный вес γ = 20 кН/м³, угол внутреннего трения φ = 15°, удельное сцепление 10 = 5 кПа.

Расчет общей устойчивости грунтового массива произведен в программе «GEOSTAB». Для расчета была составлена трехмерная модель исследуемого откоса согласно исходным данным. В качестве постоянной нагрузки приняты собственный вес грунтового массива и собственный вес анкеров; в качестве временной нагрузки – снеговая, принятая в соответствии с [2] для Московской области. Согласно полученным результатам расчета такая крутизна является повышенной и в естественном состоянии, без укрепления, может характеризоваться недостаточным запасом устойчивости, что требует верификации расчетом.

Рисунок 1 – Условные обозначения к расчетной модели откоса в естественном состоянии

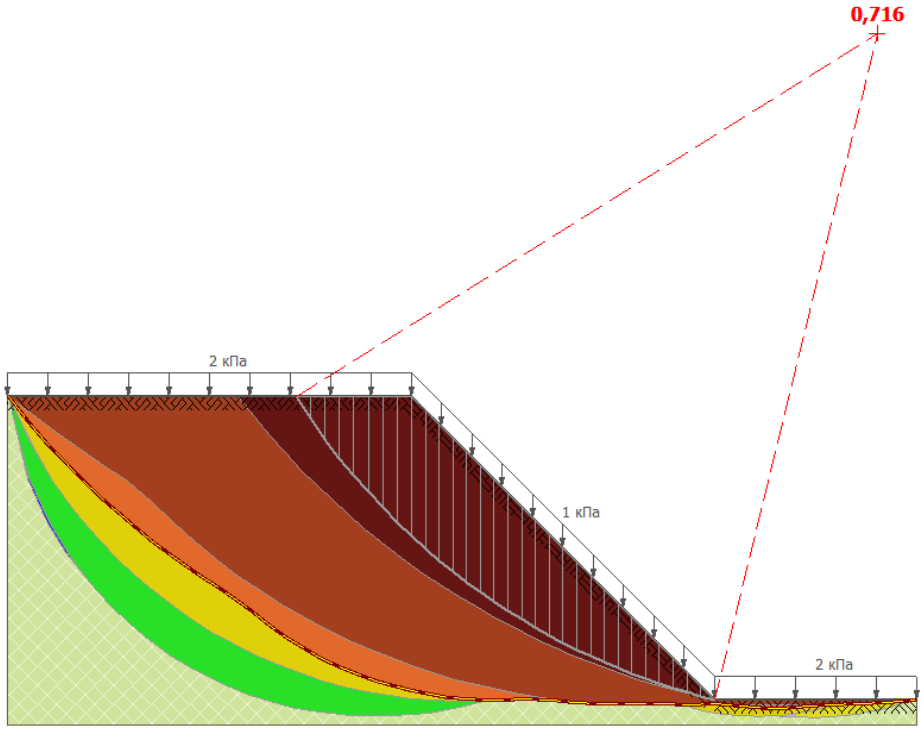


Рисунок 2 – Расчетная модель откоса в естественном состоянии

Устойчивость оценивается по коэффициенту запаса $K_{уст}$, который представляет собой отношение моментов удерживающих сил (от трения и сцепления) к моментам сдвигающих сил (от собственного веса) для наиболее опасной поверхности скольжения. Расчет выполняется методом круглоцилиндрических поверхностей скольжения (методом Бишопа), в соответствии с Приложением В [3].

$$K_{уст} \geq K = 1{,}25; \qquad 1)$$

Для однородного откоса 45° с заданными параметрами грунта ориентировочный аналитический расчет и моделирование в специализированном ПО (с учетом поиска наиболее опасной поверхности скольжения) показывают, что коэффициент устойчивости $K_{уст.\ ест.}$ равен 0,716. Полученное значение $K_{уст.\ ест.}$ меньше нормативного (для большинства сооружений [4]) K = 1,25 в 1,75 раза, что свидетельствует о неустойчивом или предельном состоянии откоса. Даже незначительное дополнительное воздействие (обводнение, динамическая нагрузка) может привести к потере устойчивости и оползанию.

Для стабилизации откоса проектируется анкерное поле. Согласно рекомендациям [4, 5]:

- для откоса высотой 12 м предусматривается 4 яруса анкеров по вертикали с шагом 2.5-3.5 м.

- горизонтальный шаг между анкерами в ряду принимается 1,5 м;

- длина анкера состоит из зоны закрепления (анкерной длины) в устойчивом массиве и свободной длины, проходящей через потенциальную поверхность скольжения. Для обеспечения надежного задела в устойчивый массив длина анкера принимается не менее 6 м за пределами поверхности скольжения. Общая длина анкеров составляет 15 м;

- угол наклона анкеров к горизонту α = 20°;

- расчетное усилие на один анкер (сила предварительного натяжения) назначается, исходя из несущей способности грунта заанкеривания и материала тяги, в рассматриваемом случае – 300 кН.

При расчете устойчивости укрепленного откоса в уравнение моментов добавляется дополнительный стабилизирующий момент от усилия в анкерах (N). Анкерная сила рассматривается как внешняя сосредоточенная нагрузка, приложенная в точке пересечения анкера с поверхностью скольжения и действующая под расчетным углом.

Влияние анкеров проявляется как:

- прямое стабилизирующее воздействие: создание дополнительного удерживающего момента;

- увеличение нормальных напряжений: вертикальная компонента анкерной силы увеличивает нормальное напряжение на поверхность скольжения, что повышает силы трения;

- армирование массива: система анкеров создает в грунте объемное армирование, несколько изменяя его расчетные характеристики (повышает эквивалентное сцепление).

Для заданных условий, при установке анкерного поля из 4 ярусов с суммарным усилием порядка 1200 кН на погонный метр откоса, пересчет коэффициента устойчивости дает значение $K_{уст.\ укр.}$ 1,292 $\geq K = 1{,}25$. Это значение превышает нормативный минимум, что свидетельствует о восстановлении требуемого запаса прочности.

Рисунок 3 - Условные обозначения к расчетной модели укрепленного откоса

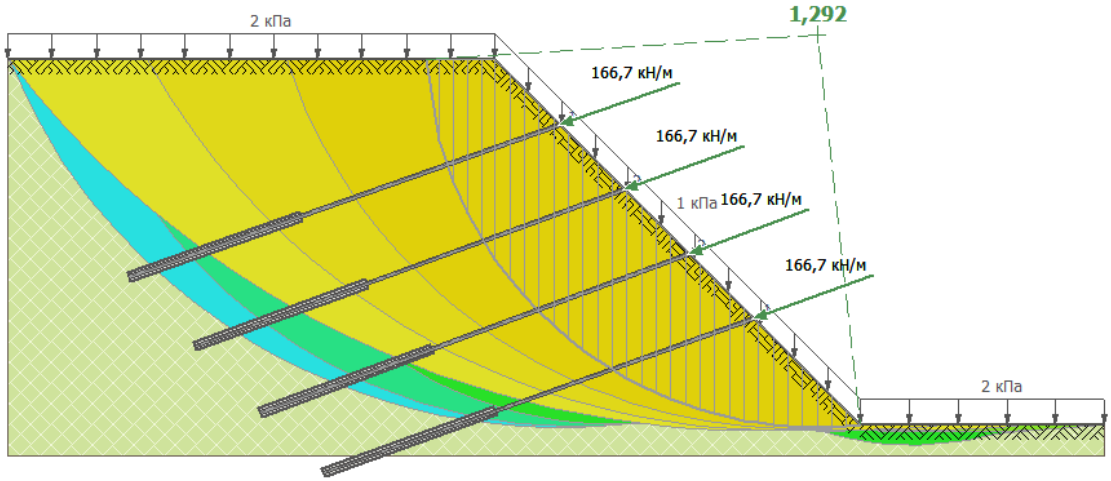


Рисунок 4 - Расчетная модель укрепленного откоса

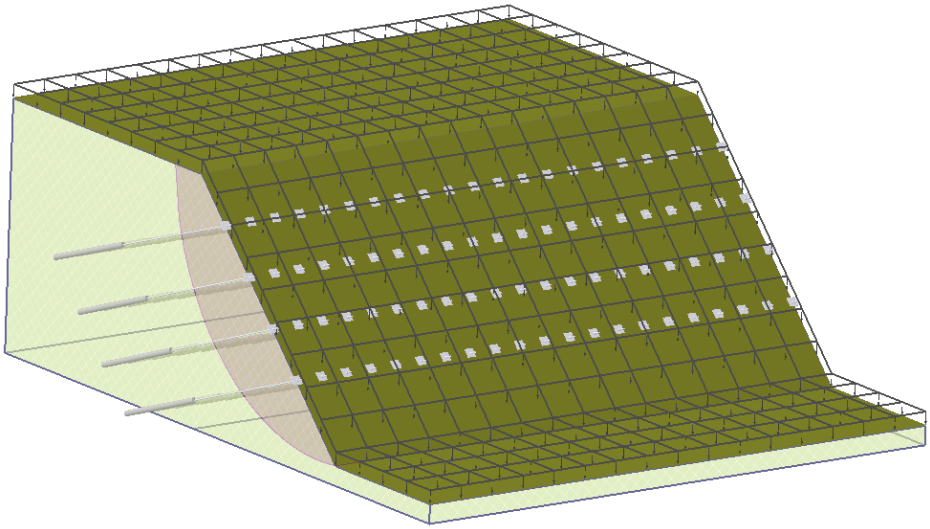


Рисунок 5 - Трехмерная модель укрепленного откоса

Анализ результатов и выводы: проведенный сравнительный анализ наглядно демонстрирует критическое состояние крутого (45°) незакрепленного откоса высотой 12 м в однородном насыпном грунте. Коэффициент устойчивости около 0,716 является недопустимым для безопасной эксплуатации. Устройство системного анкерного поля, запроектированного в соответствии с [4, 5], кардинально меняет напряженно-деформированное состояние грунтового массива. За счет создания направленного искусственного противодавления анкеры эффективно компенсируют сдвигающие усилия от собственного веса грунта.

Оптимизация этих параметров позволяет достичь требуемой надежности при минимальных материальных затратах.

Таким образом, применение грунтовых анкеров является высокоэффективным конструктивным решением для обеспечения устойчивости крутых откосов, позволяющим не только предотвратить развитие деформаций, но и зачастую обеспечить возможность возведения более крутых откосов, что актуально в условиях стесненной городской или промышленной застройки. Полученные результаты подтверждают необходимость и эффективность анкерного укрепления.

Список литературы

1. СП 45.13330.2017. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 (с Изм. № 1, 2, 3) [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/456074910 (дата обращения 23.12.2025).

2. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изм. № 1, 2, 3, 4, 5, 6) [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/456044318 (дата обращения 23.12.2025).

3. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* (с Изм. № 1, 2, 3, 4) [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/456054206 (дата обращения 23.12.2025).

4. Рекомендации по применению буроинъекционных трубчатых систем (микросвай, грунтовых анкеров и нагелей) на автомобильных дорогах ОДМ 218.6.1.001-2020 – М.: ФДА "Росавтодор", Москва 2020. – 47 с.

5. СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003 (с Изм. № 1, 2) [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200095540 (дата обращения 23.12.2025).

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КРОВЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РЕМОНТЕ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Комлев И.А., Гаврилов А.А., канд.техн.наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Актуальность исследования обусловлена возрастающим значением сохранения объектов культурного наследия (ОКН) как неотъемлемой части исторической памяти и национальной идентичности. Особую сложность в процессе их реконструкции и ремонта представляют задачи, требующие не только восстановления утраченных функций и обеспечения современных требований комфорта и безопасности, но и максимального сохранения подлинности исторического облика. Одним из ключевых элементов, определяющих как долговечность здания, так и его архитектурно-художественный образ, является кровля.

Ремонт или замена кровельного покрытия объектов культурного наследия – это комплексная инженерно-реставрационная задача, выходящая за рамки обычного строительства. Она требует глубокого анализа исторических материалов, конструкции, применения аутентичных или специализированных современных материалов, а также учета действующих норм по охране памятников. Выбор оптимального кровельного решения оказывает прямое влияние на сохранность конструкций и интерьеров здания, его энергоэффективность и, в конечном счете, на стоимость жизненного цикла.

Основной целью данного исследования является изучение специфики реконструкции и ремонта зданий – объектов культурного наследия с фокусом на анализ и сравнение кровельных покрытий.

Значимость исследования заключается в систематизации знаний о современных подходах к ремонту кровель памятников архитектуры.

Проведение любых работ на объектах культурного наследия в Российской Федерации строго регламентировано системой нормативно-правовых актов, основу которой составляют федеральные законы и подзаконные акты. Эта правовая база устанавливает особый, разрешительный порядок деятельности, направленный на приоритет сохранения подлинности и исторической ценности памятника.

Ответственность за нарушение законодательства: нарушение установленного порядка работ на ОКН влечет за собой административную (ст. 7.13. КоАП РФ "Нарушение требований сохранения, использования и охраны объектов культурного наследия"), гражданско-правовую и уголовную (ст. 243 УК РФ "Уничтожение или повреждение объектов культурного наследия") ответственность.

Таким образом, правовая база устанавливает для реконструкции и ремонта зданий культурного наследия исключительный режим, при котором

технические и экономические соображения всегда подчинены цели сохранения историко-культурной ценности. Сравнение кровельных покрытий в данном контексте — это не только технико-экономический анализ, но в первую очередь процесс поиска решения, легитимного с точки зрения закона и отвечающего принципам научной реставрации.

Фальцевые кровли одни из самых надежных кровельных покрытий. Фальцевое соединение представляет собой вид шва, образующегося при соединении двух металлических листовых заготовок кровли (фальцевых картин), состоящих из плотно прижатых друг к другу отогнутых кромок, образующих очень прочное и надежное фальцевое соединение частей кровли.

Фальцы кровли выполняются (закатываются) либо вручную специальным инструментом, либо более современным способом - специальными электромеханическими закаточными устройствами. Если изначально успех кровельного дела всецело зависел от мастерства кровельщика и, при этом производительность труда была очень невысокой, а шумность работ не позволяла производить ее в несколько смен, то сейчас самая сложная работа по изготовлению кровельной картины выполняется с помощью кровельных станков, что позволяет сократить количество рабочих-кровельщиков. При этом, производство работ по рулонной технологии позволяет избавиться от слабых мест традиционной кровли поперечных швов.

На строительном рынке используют обширную номенклатуру отечественных и импортных кровельных материалов, которые можно разделить на следующие группы [1]:

1) рулонные основные – на основе картона, стеклоткани, стеклосетки, стеклохолста, полиэфирного полотна, джутовой ткани, ткани из базальтового волокна, нетканого полотна из винилона, алюминиевой и медной фольги, пропитанных и покрытых битумными, полимербитумными и резинобитумными составами с защитой полимерными пленками, медной и алюминиевой фольгой или с посыпками различной крупности, форм и цветов зерен и без них;

2) рулонные безосновные;

3) штучные листовые – плоские и гофрированные стальные, алюминиевые, медные, цинковые, полимерные и на основе асбестового, целлюлозного и синтетического волокна, портландцемента, магнезиальных вяжущих, битумных, полимер-битумных, резинобитумных и полимерных составов с армированием и без него и т.п.;

4) мелкоштучные – черепица керамическая, цементно-песчаная, сланцевая, металлическая, полимерная, «мягкая». Требуемые уклоны для различных видов кровли, в процентах, принимают по таблице 1.

Выбор кровельного материала представляет собой сложную задачу, требующую комплексного подхода и учёта множества факторов. Переходя к рассмотрению гибкой черепицы, следует отметить её растущую популярность в современном строительстве. Этот материал, основанный на использовании стеклохолста и модифицированного битума, предлагает исключительные возможности для реализации сложных архитектурных решений. Гибкая

черепица идеально подходит для крыш сложной геометрии, обеспечивая практически полное отсутствие отходов при монтаже. Стоимость материала находится в диапазоне 300–1500 рублей за квадратный метр, при этом необходимо учитывать дополнительные расходы на создание сплошного основания. Важным преимуществом является превосходная шумоизоляция и устойчивость к температурным перепадам.

Таблица 1 – Уклоны крыш, в % [2].

Виды кровли								
Рулонные	Мастичные	Из асбестоцементных листов	материалы			Из листовой стали или меди	Из металлического профнастила и металлочерепицы	Из ж/б панелей
			Черепица	Асбестоцементные плитки	Битумнополимерные плитки			
0-25	0-25	Не менее 10	Не менее 20	Не менее 50	Не менее 50	Не менее 30	Не менее 10	Не менее 5

Фальцевая кровля занимает особое положение среди кровельных материалов, представляя собой премиальное решение для требовательных проектов. Основанная на использовании металлических листов, соединённых специальными фальцевыми швами, эта система обеспечивает исключительную герметичность и долговечность. Стоимость фальцевой кровли начинается от 800 рублей за квадратный метр для стальных вариантов, достигая значительно более высоких значений для медных и алюминиевых решений. Монтаж требует высокой квалификации исполнителей, но результат оправдывает ожидания — срок службы такой кровли может превышать 100 лет для медных вариантов.

Следует отметить, что оптимальный выбор кровельного материала зависит от конкретных условий проекта. Для бюджетного строительства с простой геометрией крыши идеально подходит металлочерепица. Сложные архитектурные проекты выигрывают от использования гибкой черепицы. Премиальные объекты требуют применения фальцевой кровли как наиболее долговечного и надёжного решения. Независимо от выбора, ключевым фактором успеха остается качество монтажа и соблюдение технологических требований производителей [3]. В таблице 2 проведен сравнительный анализ фальцевой и черепичной кровли по средней стоимости устройства кровли «под ключ» в городе Оренбурге.

Таблица 2 - Сравнительная таблица стоимости фальца и металлочерепицы «под ключ» в Оренбурге

Тип крыши	Фальцевая	Металлочерепица
Простая (два ската, минимальные изломы)	~ 2200 – 3500 руб./м²	~ 1700 – 2500 руб./м²
Сложная (мансарда, ендовы, башенки)	~ 2500 – 4000 руб./м²	~ 2000 – 3500 руб./м²
Элитное исполнение (>0,5 мм)	от 4000 руб./м²	от 3000 руб./м²

Таким образом, при устройстве простой крышы металлочерепица дешевле фальцевой кровли в среднем на 500 – 1000 руб./м² "под ключ", а при устройстве сложной крышы разница в итоговой стоимости может сократиться до 200 – 500 руб./м², а иногда фальц может оказаться даже экономичнее за счет отсутствия отходов. При этом, если учесть потенциальные будущие затраты на обслуживание точек крепления металлочерепицы, разница в долгосрочной перспективе (10-15 лет) нивелируется еще сильнее.

Ключевой показатель – гарантийный срок, который устанавливают производители на материал и систему. Он зависит от толщины стали, типа защитного полимерного покрытия и корректности монтажа. В таблицы 3 проведено сравнение материалов по некоторым критериям долговечности.

Таблица 3 – Сравнительная таблица долговечности фальца и металлочерепицы

Критерий	Фальцевая	Металлочерепица
Гарантия на материал (сталь с полимерным покрытием)	До 40 лет (для премиум-покрытий: PVDF, Pural)	До 25-30 лет (для аналогичных премиум-покрытий)
Гарантия на герметичность системы	Часто до 10-15 лет (на скрытый крепеж и фальцевые швы)	Обычно до 3-5 лет (на сквозной крепеж и уплотнители саморезов)
Срок службы до первого вмешательства	20-25 лет (при качественном монтаже)	10-15 лет (рекомендуется проверка/подтяжка саморезов и уплотнителей)
Потенциальный срок службы	50+ лет	30-40 лет

Фальцевая кровля служит без ремонта в 1.5–2 раза дольше (20-25 лет против 10-15). Фальц превосходит металлочерепицу по общему ресурсу на 30–50% (50+ лет против 30-40). При этом у фальца риск протечек минимален после монтажа, а у металлочерепицы возрастает с каждым годом после 5-7 лет эксплуатации из-за деградации уплотнителей.

Так же был проведен сравнительный анализ по эстетическим качествам и архитектурным требованиям (таблица 4). Критерии определяли соответствие кровельного покрытия визуальным и стилистическим задачам объекта.

Таблица 4 - Сравнительная таблица по визуальным критериям фальца и металлочерепицы

Критерий	Фальцевая	Металлочерепица
Визуальное восприятие	Гладкая, цельная, монолитная поверхность. Минималистичный, строгий, часто современный вид.	Рельефная, фактурная, "черепичная" поверхность. Традиционный, классический, объемный вид.
Архитектурные стили	Модерн, конструктивизм, индустриальный, скандинавский минимализм.	Классицизм, традиционный, загородный, шале, прованс.
Применимость на сложных формах	Идеальна. Позволяет бесшовно покрывать купола, эркеры, криволинейные и конические крыши с минимальными отходами.	Крайне ограничена. Большие отходы (до 40%), нарушение рисунка на изломах. Только для простых скатов.
Цвет и покрытие	Матовые и глубокоматовые поверхности (премиум-сегмент), широкий цветовой ряд. Визуально однородна.	Глянцевые и матовые покрытия. Рисунок волны создает игру света и тени, цвет может восприниматься неоднородно.
Историческая достоверность (для ОКН)	Прямой наследник листовых металлических кровель (жесть, медь, цинк). Может быть научно обоснованной заменой с подбором цвета/фактуры.	Стилизация под штучную черепицу. Может быть принята только как компромиссная имитация при отсутствии средств на аутентичный материал и с согласованием.

По итогам анализа стоимости на крышах простой формы металлочерепица экономичнее фальца на 20-30% благодаря более дешёвым материалам и простому монтажу. Однако на сложных кровлях (с ендовами, башенками) разница нивелируется из-за высоких отходов металлочерепицы (до 40%), и фальцевая кровля может стать конкурентной по цене за счёт малого процента отходов (1-5%). По долговечности и надёжности фальцевая кровля объективно долговечнее. Гарантия на её систему (швы) достигает 10-15 лет, а срок службы без вмешательства – 20-25 лет, благодаря герметичному замковому соединению и скрытому крепежу. Металлочерепица, имея сравнимую гарантию на материал, имеет системную слабое место – сквозной

крепёж с уплотнителями, требующий проверки каждые 10-15 лет, что снижает её беспроблемный ресурс. По эстетике и архитектурному применению выбор принципиально разный. Фальцевая кровля – это решение для современной, минималистичной архитектуры и сложных криволинейных форм (купола, эркеры). Металлочерепица – классический выбор для традиционных домов с простыми скатными крышами, где важен фактурный "черепичный" рельеф. По применимости на объектах культурного наследия фальцевая кровля технологически является прямым наследником исторических листовых металлических покрытий (медь, жесть) и чаще может быть научно обоснована как реставрационное решение. Металлочерепица, как стилизация, допустима в основном как компромиссная имитация при отсутствии средств на аутентичные материалы и требует специального согласования.

Список литературы

1. В.И. Турчанинов. Технология кровельных и гидроизоляционных материалов. / ОГУ – 2012 – С. 285.

2. В.И. Турчанинов. Современные кровельные материалы. / ОГУ – 2019 – С. 15-16.

3. Балаева, К. Ж. Сравнение материалов для кровли: металлочерепица, гибкая черепица, фальцевая кровля / К. Ж. Балаева // Advances in Science and Technology : Сборник статей LXXI международной научно-практической конференции, Москва, 15 сентября 2025 года. – Москва: ООО "Актуальность.РФ", 2025. – С. 106-107. – EDN HSSFCY.

4. ГОСТ 30693-2020 "Материалы кровельные и гидроизоляционные. Общие технические условия".

5. СП 17.13330.2024 "Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76".

6. Розанцева Н.В., Технология устройства быстросборной фальцевой

Кровли / Н.В. Розанцева // Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет: «Экономика строительства» № 4 (28) /2014 – С. 40-43.

ВЛИЯНИЕ ВСПУЧЕННОГО ВЕРМИКУЛИТА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГИПСОВЫХ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ ДЕКОРАТИВНЫХ ИНТЕРЬЕРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Кравцов А. И., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Гипсовые материалы традиционно применяются в строительстве и архитектуре благодаря их высокой технологичности, способности точно воспроизводить рельеф и экологической безопасности. Особенно востребованы гипсовые композиты в производстве декоративных интерьерных элементов — молдингов, карнизов, потолочных розеток и панелей. Однако чистый гипс обладает рядом ограничений: высокой плотностью, хрупкостью и низкой водостойкостью. Одним из эффективных путей модификации свойств гипса является введение легких неорганических наполнителей, среди которых особое место занимает вспученный вермикулит (ВВ) [1,2,3].

Вспученный вермикулит представляет собой термически обработанный слюдоподобный минерал, характеризующийся низкой плотностью, высокой пористостью, негорючестью и хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами. Его использование в гипсовых смесях позволяет снизить массу изделий, улучшить их энергоэффективность и расширить функциональные возможности. В то же время, введение ВВ неизбежно снижает механическую прочность композита, что требует тщательного подбора состава в зависимости от назначения изделия [4, 5].

Помимо снижения плотности, вспученный вермикулит оказывает существенное влияние на теплофизические и акустические характеристики композита. Во-первых, он значительно снижает коэффициент теплопроводности гипсовых смесей, что делает такие материалы идеальными для теплоизоляционных штукатурок и стеновых панелей [6,7]. Это свойство способствует повышению энергоэффективности зданий, уменьшая теплопотери через внутренние стены и перегородки [8].

Во-вторых, пористая структура вспученного вермикулита способствует лучшему поглощению звука, что открывает широкие возможности для создания акустических панелей и шумозащитных конструкций. Исследования показывают, что подобные гипсовые композиты могут демонстрировать хорошие акустические показатели, что подтверждается их использованием в системах звукопоглощения [9].

Кроме того, вспученный вермикулит является полностью неорганическим и негорючим материалом, поэтому его добавление в гипсовую смесь повышает общую огнестойкость изделия [10]. Это свойство крайне важно для декоративных элементов интерьера, используемых в жилых и общественных

зданиях, поскольку оно способствует замедлению распространения огня и обеспечивает дополнительную безопасность.

Целью настоящей работы является экспериментальное исследование влияния содержания вспученного вермикулита на плотность и прочностные характеристики гипсовых композитов, а также оценка их пригодности для изготовления декоративных интерьерных деталей.

В качестве вяжущего использовался гипс марки Г5 А II. В качестве легкого наполнителя — вспученный вермикулит. Были приготовлены четыре состава гипсовых смесей, отличающихся массовым содержанием компонентов (таблица 1).

Таблица 1 — Составы гипсовых смесей (мас. %)

№ состава	Гипс,	Всп. вермикулит,	Вода
1	43,23	10,58	46,19
2	41,05	15,07	43,87
3	39,09	19,14	41,77
4	64,00	0,00	36,00

Из каждой смеси были изготовлены образцы-балочки размером 40×40×160 мм в соответствии с требованиями ГОСТ 23789-2018. Твердение образцов осуществлялось в воздушно-сухих условиях в течение 5 суток. После завершения твердения проводилось взвешивание образцов и определение прочности на изгиб и сжатие. Испытания на сжатие выполнялись на половинках балочек, полученных после испытания на изгиб.

Результаты испытаний представлены в таблице 2. Как видно из данных, введение вспученного вермикулита привело к существенному снижению средней плотности образцов, более чем на 60%.

Таблица 2 — Результаты испытаний гипсовых композитов

№ состава	Средняя плотность, г/л	$R_{изг}$, МПа	$R_{сж}$, МПа
1	612,5	0,96	0,82
2	683,6	1,12	1,28
3	649,6	1,02	0,92
4	1656,2	2,10	4,65

Прочность на изгиб у контрольных образцов составила в среднем 2,1 МПа, тогда как у композитов с ВВ — от 0,96 до 1,12 МПа. Наибольшая прочность на изгиб наблюдалась у состава №2 (15,1% ВВ), что может свидетельствовать о наличии оптимального соотношения между снижением плотности и сохранением структурной целостности [1].

Аналогичная тенденция наблюдается и для прочности на сжатие: контрольные образцы показали прочность на сжатие 4,65 МПа, в то время как у композитов со вспученным вермикулитом она варьировалась от 0,80 до 1,28 МПа. Состав №2 продемонстрировал наилучший баланс между легкостью и

прочностью, что делает его наиболее перспективным для практического применения.

Полученные характеристики согласуются с литературными данными, указывающими на то, что введение легких пористых наполнителей в гипсовую матрицу снижает механические свойства, но значительно улучшает такие характеристики, как теплоизоляция, звукопоглощение и удобство монтажа. Для декоративных интерьерных элементов, которые не подвергаются значительным механическим нагрузкам, такие композиты являются вполне приемлемыми и даже предпочтительными по сравнению с тяжелыми гипсовыми изделиями [1].

Таким образом, экспериментально подтверждено, что введение вспученного вермикулита в гипсовую смесь позволяет создавать легкие композиты, масса которых снижается более чем на 60% по сравнению с чистым гипсом, при этом наблюдается закономерное снижение прочности на изгиб и сжатие. Полученные композиты обладают достаточными эксплуатационными характеристиками для использования в производстве ненагруженных декоративных элементов интерьера. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются модификация поверхности вермикулита для улучшения адгезии с гипсовой матрицей, а также совместное использование ВВ с армирующими волокнами для повышения трещиностойкости [11,12].

Список литературы

1. Gencel O. et al. Properties of gypsum composites containing vermiculite and polypropylene fibers: Numerical and experimental results // Energy and Buildings. – 2014. – Т. 70. – С. 135–144.

2. Sáez-Pérez M. P. et al. Study and characterization of special gypsum-based pastes for their use as a replacement material in architectural restoration and construction // Materials. – 2022. – Т. 15. – № 17. – С. 5877.

3.Tang W. et al. Prepare lightweight gypsum composites using expanded polystyrene particles coated with polydopamine and calcium alginate // Journal of Building Engineering. – 2025. – С. 113574.

4. Mishmastnehi M. et al. Advanced materials engineering in historical gypsum plaster formulations // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2023. – Т. 120. – № 7. – С. e2208836120.

5. Lightweight, reduced density fire rated gypsum panels: патент США № 10245755B2 / US Patent and Trademark Office. – 2019.

6. Assis Neto P. C. et al. Expanded vermiculite: a short review about its production, characteristics, and effects on the properties of lightweight mortars //Buildings. – 2023. – Т. 13. – №. 3. – С. 823.

7. Başpınar M. S., Kahraman E. Modifications in the properties of gypsum construction element via addition of expanded macroporous silica granules //Construction and Building materials. – 2011. – Т. 25. – №. 8. – С. 3327-3333.

8. Kos Z. et al. Ensuring the Energy Efficiency of Buildings through the Simulation of Structural, Organizational, and Technological Solutions for Facade Insulation //Applied Sciences. – 2024. – Т. 14. – №. 2. – С. 801.

9. Selvaraj V. K. et al. A comparative study on acoustical properties using waste recycled porous materials for environmental sustainability //Scientific Reports. – 2025. – Т. 15. – №. 1. – С. 26460.

10. Zhao B. et al. Enhancing Fire Resistance through the Synergy of Gypsum and Fumed Silica Composites: Mechanisms and Performance //Case Studies in Construction Materials. – 2025. – С. e04797.

11.Gypsum mortar with added expanded vermiculite and method for obtaining same: пат. US 8021476 B2 США / Grupo Pladur S.A.; заяв. 12.03.2009; опубл. 20.09.2011.

12. Maiti S. et al. Light Weight Plasters Containing Vermiculite and FGD Gypsum Wastes for Sustainable and Energy Efficient Building Construction Material. – 2023

ОСОБЕННОСТИ ОБСЛЕДОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ПОСТРАДАВШИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЖАРА

Лисов С.В., Аркаев М.А., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Инженерное обследование строительных конструкций зданий и сооружений после пожара должно выполняться специализированными организациями [1, 2].

Цели инженерного обследования:

- оценка технического состояния строительных конструкций на основе визуального и инструментального обследований здания после пожара;
- разработка рекомендаций по восстановлению поврежденных пожаром строительных конструкций здания.

Инженерное обследование строительных конструкций, повреждённых пожаром, должно проводиться специалистами-экспертами непосредственно на объекте.

Если пожар носит локальный характер, то инженерное обследование строительных конструкций проводится одноэтапно. Если пожар носит объёмный характер, то обследование строительных конструкций следует проводить в три этапа, включающих:

1 - подготовительные работы к проведению инженерного обследования;

2 - визуальное обследование;

3 - детальное инструментальное обследование.

После завершения визуального и инструментального обследования на объекте должны проводиться камеральная обработка полученных результатов, лабораторные испытания прочностных свойств материалов (при необходимости), поверочные расчёты дефектных конструкций и анализ полученных результатов. С учётом полученных результатов разрабатываются принципиальные конструктивные решения по восстановлению повреждённых пожаром конструкций с целью обеспечения возможности дальнейшей безопасной эксплуатации здания (сооружения).

Итоговый документ инженерного обследования - заключение о техническом состоянии строительных конструкций здания (сооружения) после пожара, включающее рекомендации по восстановлению повреждённых пожаром строительных конструкций для обеспечения возможности дальнейшей безопасной эксплуатации объекта.

В ходе визуального и инструментального обследований строительных конструкций экспертам следует фиксировать не только дефекты, повреждения и разрушения, которые являются следствием пожара, но и любые

несоответствия определяющих параметров конструкций требованиям действующих норм и стандартов.

Ниже приведены результаты обследования строительных конструкций многоквартирного жилого дома, расположенного по адресу: г. Оренбург, проезд Больничный, 10, пострадавшего в результате воздействия пожара 12.11.2025 г.

На момент проведения обследования в здании были полностью обрушены или частично повреждены открытым огнём и действием высоких температур следующие конструкции:

- элементы кровли и деревянной стропильной системы на всей площади жилого дома;
- карнизные зоны наружных стен по периметру здания;
- слои утеплителя и пароизоляции чердачного перекрытия на всей площади жилого дома;
- элементы вентиляционных каналов и дымоходов в пределах чердачного пространства;
- железобетонные многопустотные плиты чердачного перекрытия в зоне возникновения пожара (в пределах двух квартир пятого этажа).

Задымлением в ходе пожара, а также замачиванием в результате его тушения повреждены следующие конструкции:

- внутренние отделочные слои квартир четвёртого и пятого этажей здания;
- отделочные слои мест общего пользования жилого дома (лестничные клетки всех четырёх подъездов).

Общие повреждённых конструкций жилого дома приведены на рисунке 1.

Рисунок 1 – Общие повреждённых конструкций жилого дома

На момент проведения экспертного осмотра 13.11.2025 г. кровля и стропильная система жилого дома повреждены воздействием пожара в полном объёме и частично обрушены на 80% всей площади покрытия (рисунок 1). Учитывая фактическое техническое состояние элементов кровли и стропильной системы на момент первичного экспертного осмотра, их техническое состояние оценено как аварийное с опасностью обрушения.

Обследование железобетонных многопустотных плит чердачного перекрытия показало следующее:

1. Прогибы железобетонных плит чердачного перекрытия, определённые при помощи нивелировки их нижних граней, находятся в интервале от 5 до 28 мм, что не превышает величины 1/214 L при предельно допустимой величине 1/200 L. Максимальное значение прогибов плит чердачного перекрытия в кв. 46 пятого этажа (очаг пожара) составляет 21,0 мм, что также не превышает предельно допустимых значений. Выявленный прогиб плит чердачного перекрытия обусловлен не только воздействием пожара или последствиями его тушения. Фактически прогиб имелся до пожара и мог быть обусловлен как дефектами изготовления, так и мог возникнуть за длительный период эксплуатации здания, что подтверждается наличием выравнивающих слоёв между соседними плитами.

2. С целью выявления скрытых дефектов в железобетонных конструкциях, таких как отслоившиеся, но не обрушившиеся лещади бетона или участки разрыхленного (ослабленного) бетона, экспертами проведено исследование путём простукивания бетонных поверхностей конструкций молотком вручную, без применения электроинструментов (перфораторов, отбойников и т.п.). По результатам данного исследования выявлены локальные участки с нарушенной структурой (ослабленного) бетона (при простукивании молотком выявляется глухой звук) без их обрушения. Такие участки преимущественно располагались по углам плит (между вертикальной боковой и нижней горизонтальной поверхностями). Удаление бетона нарушенной структуры показало, что глубина нарушения структуры бетона не превышает толщину защитного слоя бетона.

3. Верхняя грань железобетонных многопустотных плит чердачного перекрытия воздействию высоких температур не подвергалась, что подтверждается отсутствием каких-либо повреждений и оплавлений в результате пожара на уложенной по верхней грани плит плёночной пароизоляции.

4. При оценке технического состояния плит чердачного перекрытия рассматривались следующие признаки воздействия пожара в соответствии с таблицей №4 [2]:

- сажа и копоть: присутствует в отдельных местах или повсеместно в зависимости от рассматриваемого помещения;

- изменение цвета бетона: не выявлено или изменение до розового цвета в зависимости от рассматриваемого помещения;

- отколы бетона: присутствуют на локальных участках, с распространением на глубину не более толщины защитного слоя бетона; отсутствуют – в зоне анкеровки;

- преднапряжение в арматуре: сохранено;

- оголение рабочей арматуры нижнего ряда: не выявлено;

- трещины в бетоне: температурно-усадочные, хаотичные, на глубину до 10…20 мм; преимущественно в зоне расположения конструктивной арматуры у нижней грани плит;

- скрытые дефекты: не выявлено;

- прогиб: в пределах допустимых нормами значений;

- уменьшение геометрии сечения: до 5% площади сечения;

- снижение несущей способности конструкции: не установлено.

Дефекты и повреждения железобетонных многопустотных плит чердачного перекрытия приведены на рисунке 2.

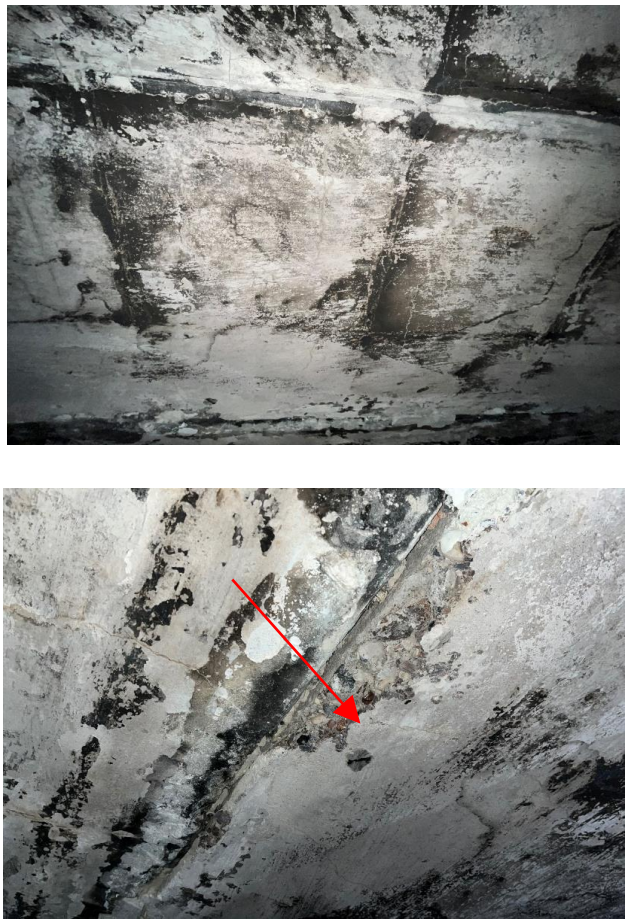


Рисунок 2 – Техническое состояние плиты чердачного перекрытия кв. №46 (очаг пожара): сажа и копоть на локальных участках; изменение цвета бетона до розового; трещины в бетоне: температурно-усадочные, хаотичные, на глубину до 10…20 мм, преимущественно в зоне расположения конструктивной арматуры у нижней грани плит; локальные участки с нарушенной структурой (ослабленного) бетона без обрушения (стрелкой указана зона удаления бетона молотком).

5. Несущая способность сборных железобетонных плит чердачного перекрытия с учётом фактических геометрических и прочностных параметров, соответствующих коэффициентов условий работы бетона и арматуры, учитывающих температурное воздействие при пожаре, обеспечивает восприятие нагрузок, действующих на чердачное перекрытие до пожара.

Необходимо указать, что до пожара передача нагрузки от кровли и стропильной системы на чердачное перекрытие не предусматривалась. Учитывая наличие плит чердачного перекрытия с величиной остаточного прогиба близкой к предельному значению, при восстановлении кровли и стропильной системы после пожара передача нагрузки от них на чердачное перекрытие не допускается.

6. На основании изложенного техническое состояние железобетонных многопустотных плит чердачного перекрытия оценено как ограниченно работоспособное [3].

Для обеспечения исправного состояния необходимо выполнить ремонт плит чердачного перекрытия (в зоне очага пожара – кв. 46) с выполнением следующих мероприятий [4]:

- удалить отслоившиеся лещади бетона или участки нарушенной структуры (ослабленного) бетона; зоны определять путем простукивания бетонных поверхностей конструкций молотком вручную, без применения электроин-струментов (перфораторов, отбойников и т.п.), при простукивании молотком на участках ослабленного бетона выявляется глухой звук;
- удалить разрушающиеся участки защитного слоя бетона;
- удалить разрушающуюся заделку швов между плитами;
- зачистить все поверхности плит от продуктов горения (сажи и копоти), а также от следов увлажнения;
- очистить арматуру от продуктов коррозии;
- расшить трещины;
- нанести на арматуру праймер MasterEmaco P 5000 AP (или аналог);
- восстановить разрушенные участки бетона и заделать трещины ремонтным составом MasterEmaco S 5300 (или аналог);
- заделать швы между плитами цементно-песчаным раствором М100.

При обследование несущих и ненесущих наружных и внутренних стен экспертами выявлены следующие дефекты и повреждения:

- на карнизных участках наружных стен, в зонах опирания на них элементов стропильной системы, выявлены характерные участки нарушения целостности кирпичной кладки с выпадением отдельных кирпичей;
- обшивка минераловатным утеплителем наружных граней стен выше уровня оконных проёмов пятого этажа фактически повреждена в результате воздействия открытого огня и обрушения элементов кровли и стропильной системы, а также частично замочена в ходе тушения пожара;
- внутренние отделочные слои поверхностей стен жилых помещений четвёртого и пятого этажей, а также мест общего пользования всех четырёх

подъездов жилого дома имеют следы воздействия пожара (сажи и копоти), а также следы замачивания в результате ликвидации пожара.

С учётом имеющихся дефектов и повреждений общее техническое состояние стен оценено следующим образом:

- карнизные зоны кирпичной кладки наружных стен – аварийное с опасностью обрушения конструкций;
- стены – работоспособное.

Для обеспечения исправного состояния стен необходимо проведение следующих работ [4]:

- демонтаж повреждённой кирпичной кладки карнизных зон наружных стен (до 2 рядов кирпичной кладки);
- восстановление кирпичной кладки карнизных участков с применением керамического кирпича на цементно-песчаном растворе;
- демонтаж фасадной штукатурки выше уровня верхних граней оконных проёмов пятого этажа;
- локальный ремонт с заменой повреждённых участков минераловатного утеплителя наружных стен выше уровня верхних граней оконных проёмов пятого этажа;
- нанесение фасадной штукатурки на восстанавливаемых участках;
- проведение ремонтно-восстановительных работ в повреждённых пожаром и последствиями тушения квартирах и подъездах жилого дома.

Список литературы

1. Федеральный закон "О пожарной безопасности" от 21.12.1994 N 69-ФЗ.
2. СП 329.1325800.2017 «Здания и сооружения. Правила обследования после пожара».
3. СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.
4. Лисов, С. В. Основы курса «Обследование и испытание зданий и сооружений»: учебное пособие / С.В. Лисов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2023. – 140 с.

РОЛЬ СТАТИСТИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Маторнова О.Н.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Статистическая методология в научных исследованиях – это система принципов, приемов и методов для сбора, обработки, анализа и интерпретации количественных данных, позволяющая выявлять закономерности, проверять гипотезы и делать объективные, обоснованные выводы. Данные компоненты важны для достоверности и значимости проводимого научного исследования.

Любое исследование начинается с разработки плана научной деятельности, включающего создание программы, проведение статистического наблюдения, а также определение цели, задач и объекта исследования. Статистическое наблюдение, начиная с начальной стадии и до завершения, предусматривает сбор статистических данных. На первом этапе научного исследования составляется программа наблюдения – список вопросов или признаков и показателей, которые необходимо получить. Эта программа оформляется в виде таблицы, в которую заносятся первичные сведения. Данные, объем и содержание таблицы зависят от целей исследования и особенностей изучаемого объекта [1].

Наблюдение осуществляется на определённых временных интервалах, в ходе которых регистрируются значения признаков для каждой единицы наблюдения. Статистическое наблюдение должно учитывать объект исследования – совокупность явлений и процессов, которые подлежат изучению, а также устанавливать границы, в пределах которых будут фиксироваться статистические данные [2].

В нашем исследовании «Оптимизация притока тепла от солнечной радиации с помощью решетчатого смарт-окна» мы будем регистрировать данные и заносить в таблицу коэффициенты светопропускания фильтра в зависимости от даты, времени суток, (день, час), неделя, месяц и т. п. Эти данные необходимы будут нам для описания в научном исследовании методов расчета оптимальных геометрических параметров и угловых характеристик фильтра для минимизации светопропускания смарт-окна для конкретной даты и времени дня при заданных широте и долготе здания, и азимуте окна. Полученные данные необходимы для раскрытия поставленной в исследовании цели: расчет угловых характеристик светопропускания фильтра, т.е. мы должны представить теоретические и реальные (скорректированные по формуле) угловые характеристики фильтра для 15-го числа каждого месяца при различных заданных минимальных и максимальных теоретических коэффициентах светопропускания. При нахождении данных характеристик необходимо учитывать угол наклона решеток фильтра, рассчитанный в день и

время максимальной солнечной радиации в Оренбурге. В статистическом наблюдении мы на различных этапах исследования должны отмечать и средние коэффициенты светопропускания фильтра по месяцам [5].

Статистическая (учетная) единица в любом исследовании – это реально существующий объект, который предоставляет информацию о единицах наблюдения, каждая единица наблюдения представляет собой набор значений различных признаков. На этапе статистического наблюдения проводится сбор данных по разработанной программе. Однако не всякий сбор данных является статистическим наблюдением.

О статистическом наблюдении можно говорить, когда обеспечивается регистрация устанавливаемых фактов в специальных учетных документах и изучаются статистические закономерности, проявляющиеся в большом числе единиц некоторой совокупности. Поэтому статистическое наблюдение должно быть планомерным. К статистическому наблюдению предъявляются требования: полноты и практической ценности статистических данных; достоверности и точности данных; единообразия и сопоставимости данных [3].

В статистической практике используются три организационные формы наблюдения: отчетность, специальное организованное наблюдение и регистр. Отчетность – это такая организационная форма, при которой единицы наблюдения предоставляют сведения о своей деятельности в виде формуляров регламентированного образца. Особенность отчетности состоит в том, что она обязательна. Специально организованное наблюдение проводится с целью получения сведений, отсутствующих в отчетности, или для проверки ее данных, или для уточнения и установления достоверности информации отчетов. Регистр представляет собой систему, постоянно следящую за состоянием единицы наблюдения и оценивающую силу воздействия различных факторов на изучаемые показатели.

Статистическое наблюдение должно выполняться с учетом некоторых важных требований: должно полностью охватывать изучаемые явления; получаемые данные должны быть точными и достоверными, а также быть однообразными и легко сопоставимыми. Для получения данных при помощи статистического наблюдения мы будем использовать составление отчетов. Отчет будет включать в себя сводку и группировку материалов статистического наблюдения.

Сводка – это процесс обработки отдельных фактов, образующих общую совокупность данных, собранных в ходе наблюдений. При правильном выполнении сводки большое количество разрозненных данных об отдельных объектах превращается в комплекс статистических таблиц и результатов. Такой подход способствует выявлению общих черт и закономерностей изучаемых явлений.

В зависимости от целей исследования и необходимой точности можно выделить простую и сложную сводку. Независимо от научного исследования, любой этап сводки должен включать следующие шаги: выбор группировочного

признака; определение порядка формирования групп; разработка системы показателей, позволяющих охарактеризовать каждую группу и объект.

Группировка данных – это завершающий этап статистического наблюдения. Она предполагает деление совокупности на однородные по определённому признаку группы. Благодаря этому процессу материал наблюдения становится систематизированным, а данные – структурированными и упорядоченными по признакам [4].

Итогом статистического наблюдения является проведение арифметического и логического контроля собранных данных с целью выявления и устранения ошибок, а также минимизации расхождения между расчетными и фактическими значениями исследуемых величин. Такой контроль способствует повышению точности и достоверности исследования. Проведенное статистическое наблюдение даст следующие результаты: структурированный и упорядоченный материал по данным коэффициентов светопропускания фильтра в зависимости от даты, времени суток, (день, час), неделя, месяц, что позволит легко анализировать и сравнивать информацию. Полученные данные будут служить основой для проведения дальнейших статистических методов, выявления закономерностей и построения прогнозов. Вся информация, полученная в ходе статистического наблюдения, помогает принимать правильные и последовательные решения для дальнейшего научного исследования.

Список литературы

1. Стратегия социологического исследования. Описание, объяснение, понимание социальной реальности / В.А. Ядов. – 3-е изд., испр. – Москва: Омега-Л, 2007. – 182-185с.

2. Сидоров В. А. Статистический анализ данных: методы и модели - источник, предоставляющий информацию о современных методах статистического анализа. Москва. 2019. –117-121с.

3. Бердиева Аннасолтан, Тячдурдыев Тойлы Роль статистики в понимании наук, и ее структура // CETERIS PARIBUS. 2023. №5. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-statistiki-v-ponimanii-nauk-i-ee-struktura (дата обращения: 10.06.2024).

4. Роль статистики в научных исследованиях и основные понятия математической статистики [Электронный ресурс]. – URL: https://studfile.net/preview/4331630/page:2.

5. Закирулин Р.С. Оптический фильтр для смарт-окна с угловым селективным светопропусканием. – Р.С. Закирулин. – Оптический журнал. – №5. –2019. –23-29 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Медведева П.Г., Ширяева П.А.,
Васильева М.А., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Современная строительная отрасль переживает глубокую технологическую трансформацию. Динамика урбанизации и требования к энергоэффективности, экологической безопасности, скорости строительства и ресурсосбережению коренным образом стимулируют внедрение новых подходов. Традиционные методы, часто неэффективные и трудоемкие, заменяются инновационными технологическими процессами, основанными на цифровизации, автоматизации и использовании новых материалов [3]. Цель данной статьи — рассмотреть основные современные технологические и технические процессы, формирующие современную строительную отрасль [1].

1. Цифровые технологии и информационное моделирование зданий

Информационное моделирование зданий (BIM) стало фундаментальным технологическим процессом, охватывающим все этапы реализации проекта. Это не просто переход от чертежей к 3D-моделированию; это многообразие интеллектуальной цифровой информации, включающей все аспекты физических, конструктивных, инженерных и экономических характеристик недвижимости [2], [3].

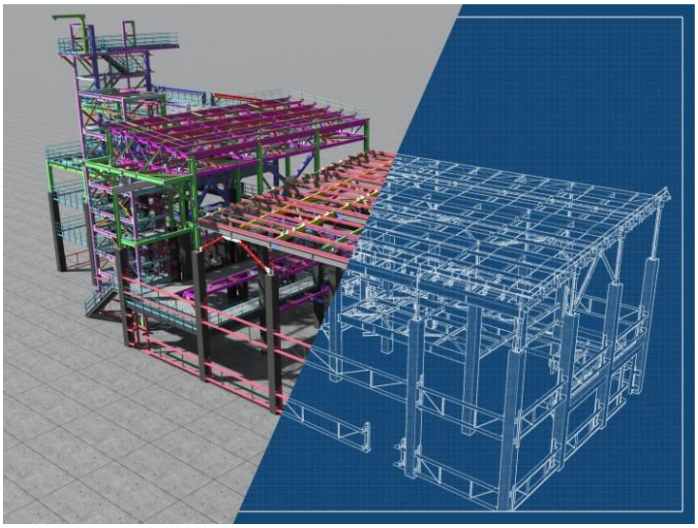


Рисунок 1 – Информационная модель здания.

Технологическое решение: процесс BIM предполагает коллективную работу всех участников проекта (архитекторов, проектировщиков, инженеров, заказчиков и подрядчиков) в единой информационной среде.

Преимущества:

Компромиссная детализация: инженерные сети, конструкции и архитектурные элементы определяются на этапе проектирования, что исключает совершение дорогостоящих ошибок, во время строительных работ.

Точные сметы: Модель автоматически генерирует объемы и свойства материалов, минимизируя ошибки расчетов.

В данном случае: модели BIM, интегрированные с 4D-планированием и 5D-калькуляцией затрат, позволяют визуализировать ход строительства в реальном времени и контролировать затраты.

Данная модель лежит в основе систем домашней автоматизации «Умный дом», их размещения и управления активами.

2. Аддитивные технологии производства (3D-печать) в строительстве

Одним из самых революционных процессов, меняющих парадигму строительства, является 3D-печать.

Технологическая суть: это метод послойного нанесения строительных материалов (обычно специальных бетонных смесей, полимеров или геополимеров) на цифровую модель с помощью промышленного роботизированного принтера.

Рисунок 2 – Процесс строительной 3D-печати.

Используемые технологии:

1. Контурное строительство: робот-манипулятор с печатающей головкой (экструдером) строит стены вдоль заданного контура. Затем внутреннее пространство заполняется теплоизоляцией и армируется.

2. Печать на строительной площадке: крупногабаритный принтер устанавливается непосредственно на строительной площадке и создает всю конструкцию.

3. Печать вне строительной площадки: строительные компоненты здания печатаются на заводе и собираются на месте как конструктор. Преимущества: высокая скорость строительства, минимальное количество отходов,

возможность создания сложных архитектурных форм, недостижимых при использовании традиционного бетонирования, и снижение трудозатрат. Примеры: жилые здания, элементы ландшафтного дизайна и инфраструктура, созданные в России, Китае, Объединенных Арабских Эмиратах и Европе.

Аддитивное производство — это принцип изготовления физических объектов, при котором материал наносится послойно в соответствии с цифровой трёхмерной моделью. Применение этого подхода в строительной сфере открывает возможность возведения капитальных зданий, инженерных сооружений и их составных элементов с использованием промышленных 3D-принтеров. Речь идёт именно о полноценных строениях, а не о демонстрационных макетах.

Специализированные строительные принтеры последовательно наплавляют рабочие составы — бетонные смеси, полимерные композиты или специальные растворы — формируя конструкцию именно в тех местах, которые определены проектом. Эта технология даёт ряд преимуществ: ускорение процесса, высокая геометрическая точность и значительная экономическая эффективность.

С её помощью сегодня можно создавать как малоэтажные, так и многоуровневые здания сложной конфигурации и нестандартной планировки, пригодные как для временного, так и для постоянного использования. По своим эксплуатационным характеристикам — прочности, долговечности и надёжности — напечатанные конструкции не уступают объектам, построенным классическими методами.

3. Инновационные материалы и технологии их применения.

Рассмотрим историю и детали процессов.

1. Высокопрочные и самоуплотняющиеся бетоны: Применение данных материалов позволяет создавать более тонкие, прочные и легкие конструкции. Технология заливки самоуплотняющегося бетона исключает процесс виброуплотнения, ускоряя процесс и улучшая качество.

2. Композитная арматура: Технология армирования стекловолокном или базальтом. Специальные методы вязки и анкеровки.

3. Возведение зданий из CLT-панелей (Cross Laminated Timber). Массивные строительные панели из перекрестно склеенной древесины, используемые для возведения стен, перекрытий и крыш.

4. Модульное строительство.

Технологическая суть: сборка 70-90% модулей (включая сантехнику и мебель), производится в условиях заводского цеха. Готовые модули комнат или блоков доставляются на участок и собираются в целое здание за пару дней.

Рисунок 3 – Модульное здание.

Преимущества: Сокращение строительных сроков в 2- 3раза, независимость от погоды, минимальные строительные отходы.

5. Зеленые технологии и энергоэффективность

Современные процессы неразрывно связаны с окружающей средой.

• Технологии «Активный дом»: интеграция альтернативных источников энергии (солнечные панели, ветряные турбины), систем рекуперации тепла, интеллектуального освещения и климат-контроля в строительный процесс [6].

• Системы «умного города»: интеллектуальные системы управления дорожным движением, освещение, датчики и кабельные лотки устанавливаются в жилых домах и инфраструктуре на этапе строительства.

• Технологии переработки материалов: использование отходов заполнителей (WAG) в производстве бетона путем преобразования бетонных отходов в переработанный заполнитель [7].

Внедрение ИИ и машинного обучения охватывает все ключевые стадии строительного цикла — от концептуального проектирования до последующей эксплуатации возведённых объектов. Эти технологии обрабатывают значительные информационные массивы, автоматизируя как аналитическую, так и операционную деятельность.

Практические задачи, решаемые с помощью ИИ и ML:

✧ ·прогнозная аналитика: Формирование оценок сроков сдачи и итоговой стоимости проектов на основе анализа данных по аналогичным завершённым объектам, учёта специфики материалов, привлечённых подрядчиков, объёмов ресурсов и внешних факторов, включая погодные условия.

✧ ·оптимизация проектирования: Автоматическая генерация альтернативных вариантов планировочных решений и архитектурных оболочек с учётом градостроительного контекста, климатической зоны, действующих нормативов и технических ограничений.

✧ ·повышение операционной эффективности: Диагностика причин возникновения простоев на площадке и разработка мер по сокращению непроизводительных затрат.

✧ ·управление ресурсами и логистикой: Точный прогноз потребности в материалах и оборудовании для предотвращения как их дефицита, так и излишнего складирования.

✧ ·контроль безопасности: Анализ потенциальных рисков, связанных с аварийными ситуациями и производственным травматизмом, для разработки превентивных мероприятий.

✧ ·автоматизация документооборота и отчётности: Выполнение рутинных задач: ведение учёта, постановка задач, рассылка оповещений, согласование документов, а также формирование аналитических отчётов о текущем статусе строительства для руководства.

Интеграция и перспективы

Алгоритмы ИИ стали неотъемлемой частью комплексных систем: «умного» дома, компьютерного зрения, беспилотных летательных аппаратов (дронов), охранного видеонаблюдения, а также специализированного ПО для проектирования (CAD/BIM), управления взаимоотношениями с клиентами (CRM) и бизнес-анализа (BI). Методы машинного обучения, основанные на самообучении по историческим данным из разнородных источников, значительно усиливают возможности ИИ, позволяя проводить углублённый анализ и строить высокоточные прогнозные модели.

Одним из наиболее перспективных направлений развития является конвергенция искусственного интеллекта с технологиями Интернета вещей (IoT) и дополненной реальности (AR), что открывает путь к созданию полностью цифровых и автономных строительных площадок.

Несмотря на фантастический прогресс в области искусственного интеллекта и аддитивных технологий, они никогда не заменят фигуру мастера в строительстве. ИИ — это мощный аналитический мозг, а 3D-принтер — точная рука, но у них нет сердца, интуиции и творческой воли зодчего. Мастерство - это не только следование алгоритму, это искусство принятия решений в нестандартных условиях: оценить нюанс материала, увидеть скрытый дефект, почувствовать, "ведёт" ли конструкция. Это ответственность, которую нельзя закодировать, и творчество, когда нужно найти изящное решение там, где техника видит только противоречие.

Список литературы

1. ГОСТ Р 57393-2019. Информационное моделирование в строительстве.

2. Технологии информационного моделирования в строительстве (BIM). / Под ред. В.В. Теличенко. – М.: МГСУ, 2018.

3. Современные технологии в строительстве: сборник статей. – СПб.: СПбГАСУ, 2021.

4. Stroyka.ru [Электронный ресурс]

Доступно на: https://stroyka.ru/?ysclid=mk9o2bpme4790744522

5. РБК-Недвижимость [Электронный ресурс]
Доступно на: https://realty.rbc.ru/
6. СП 50.13330.2012. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий [Текст]: актуализированная редакция. – М.: Минрегион России, 2012.
7. Строительная техника и технологии: журнал. – 2023. – № 11.
8. Основные средства: журнал. – 2023. – № 12.

МОДЕРНИЗАЦИЯ И УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Надькин А.А., Украинченко Д.А. канд. тех. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Основная функция фундамента заключается в том, чтобы эффективно перераспределять силовые воздействия от возведённой конструкции на нижележащее основание. Основание, в свою очередь, выполняет ответственную задачу – оно должно адекватно воспринимать передаваемые нагрузки, справляться с возникающими напряжениями и деформациями, а также обеспечивать поглощение силового воздействия, исходящего от строительной конструкции.

Под влиянием передаваемых нагрузок основание неизбежно подвергается деформациям. Эти изменения геометрической формы и размеров основания провоцируют возникновение дополнительных внутренних напряжений в элементах строительных конструкций. Подобный процесс зачастую становится причиной нежелательных последствий – например, появления трещин или неравномерных осадок здания.

О том, что строение испытывает деформационные процессы, свидетельствуют характерные внешние признаки [1]:

– трещины, возникающие на поверхности стен;
– дефекты в зоне оконных проёмов;
– перекосы конструктивных элементов;
– затруднения при открывании/закрывании дверей и окон.

К ключевым факторам, вызывающим потребность в усилении оснований и реконструкции фундаментов, относятся следующие:

1. Ухудшение физико-механических свойств грунтового основания. Прочность и деформационная устойчивость грунтов снижаются под воздействием разнообразных внешних и внутренних факторов (например, из-за замачивания, морозного пучения, вибрационных нагрузок, суффозии или карстовых процессов).

2. Деградация материала фундамента в процессе длительной эксплуатации. Со временем несущая способность фундаментных конструкций уменьшается вследствие:

- коррозионных процессов (в том числе химической и электрохимической коррозии);
- циклического замораживания-оттаивания;
- механического износа и микро-трещинообразования;
- воздействия агрессивных сред (грунтовых вод, промышленных выбросов и т. п.).

3. Реконструкционные работы, ведущие к существенному росту эксплуатационных нагрузок. При перепланировке, надстройке этажей, замене перекрытий или установке тяжёлого оборудования увеличивается суммарная нагрузка на фундамент и основание, что может превысить их расчётную несущую способность.

4. Новое строительство в непосредственной близости от существующих зданий. Возведение соседних объектов создаёт дополнительные нагрузки на грунтовое основание уже эксплуатируемых сооружений из-за:

– перераспределения напряжений в массиве грунта;

– технологических воздействий при устройстве котлованов, свай или фундаментов нового здания;

– изменения гидрогеологического режима площадки [1].

Усиление оснований и фундаментов представляет собой сложную инженерную задачу, требующую индивидуального подхода в каждом конкретном случае. На выбор оптимальной технологии влияют ключевые факторы: характеристики грунта, климатические особенности региона и уровень грунтовых вод. В силу этой специфики типовые проектные решения неприменимы – разработка ведётся с учётом уникальных условий объекта.

Работы по усилению осуществляются по двум основным направлениям. Первое предполагает воздействие непосредственно на грунты основания с целью повышения их несущей способности. Второе сосредоточено на усилении самих фундаментных конструкций – их реконструкции и укреплении.

Среди методов усиления грунтов основания выделяют три основные группы. Физико-химические методы включают силикатизацию, цементацию, смолизацию, глинизацию, битумизацию, термический метод и электрохимическое закрепление [2].

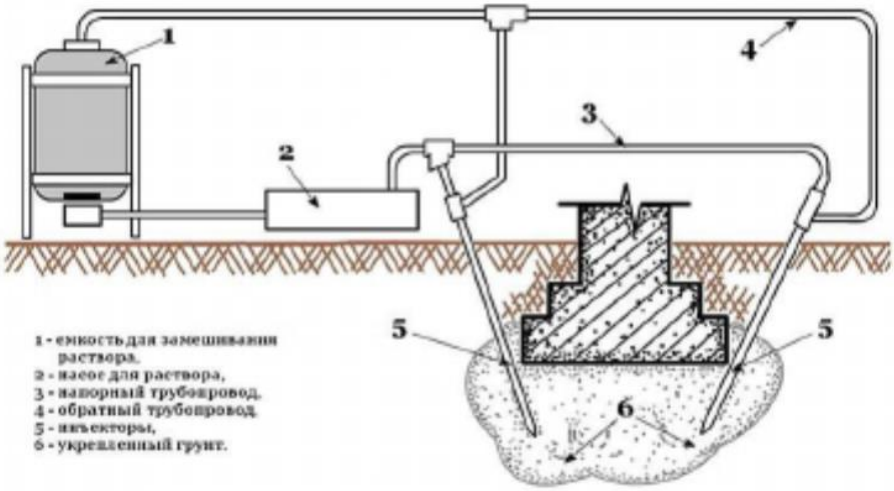


Рисунок 1 – Усиление фундамента методом инъекции

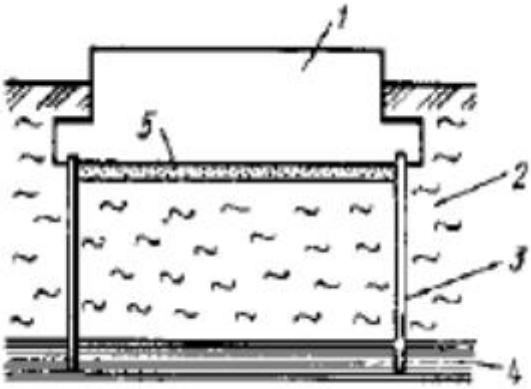
Их общий принцип заключается во введении в грунт специальных растворов – например, жидкого стекла или цементных составов, – что

существенно повышает прочностные и деформационные характеристики массива. Технология инъецирования предусматривает последовательное выполнение ряда операций: вскрытие фундамента, монтаж инъекторов и форсунок, подключение к блоку впрыска, проверку работоспособности системы, а также сверление или прокалывание втулок с шагом 0,8–1 м.

Термический метод основан на обжиге грунта при высоких температурах (600–800 °C), что приводит к разрушению карбонатов и формированию новой структуры материала. В результате грунт приобретает прочность на сжатие до 10–12 кг/см², становится водо- и морозостойким. Реализуется этот метод двумя способами: либо путём закачки нагретого воздуха через скважины, либо посредством сжигания топлива на устье герметично закрытой скважины – последний вариант считается более эффективным.

Электрохимическое закрепление опирается на введение химических растворов и воздействие постоянного электрического тока через электроды. При этом отрицательные электроды служат для подачи растворов, а положительные – для откачки жидкости из грунта [3].

Конструктивные методы применяются преимущественно до начала строительства на сложных грунтах. К ним относятся устройство грунтовых подушек, шпунтового ограждения, боковых пригрузок и армирование грунта. Грунтовые подушки предполагают замену слабого грунта на материал с заданными характеристиками; обычно их толщина варьируется в пределах 1,0–3,0 м. Шпунтовое ограждение предусматривает погружение свай в слабые грунты до достижения плотных слоёв; конструкция размещается на песчаной подложке внутри ограждения, что способствует снижению осадки [4].

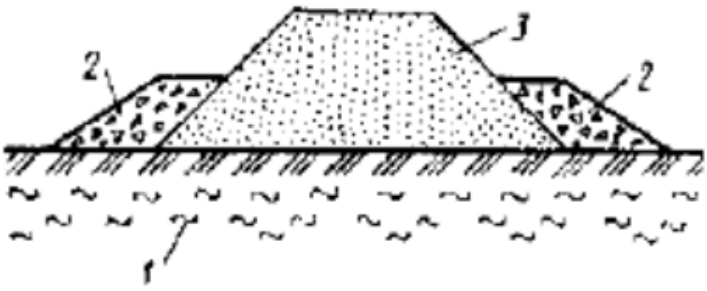


1 – фундамент; 2 – слабый грунт; 3 – шпунтовое ограждение; 4 – плотный грунт; 5 – песчаная подушка (дренирующий слой)

Рисунок 2 – Усиление основания с помощью шпунтового ограждения

Армирование грунта выполняется с использованием геотекстиля – натурального или синтетического, – и применяется при устройстве насыпей,

террас и мелиоративных работ. Боковые пригрузки позволяют повысить устойчивость откосов и основания за счёт нагружения низовой части.



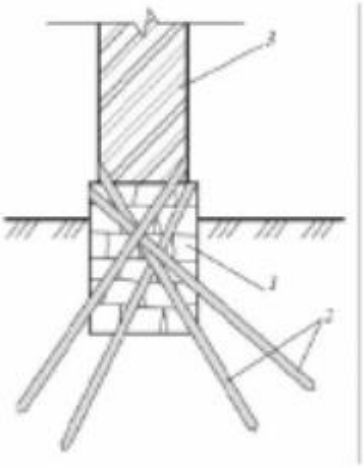
1 – слабый грунт; 2 – боковая пригрузка; 3 – насыпь

Рисунок 3 – Увеличение устойчивости насыпи на слабых грунтах методом боковой пригрузки

Механические методы включают поверхностное и глубинное уплотнение грунта. Поверхностное уплотнение воздействует на верхний слой массива, обеспечивая его уплотнение на небольшой глубине. Глубинное уплотнение направлено на обработку грунта на значительной глубине. Эффективность обоих методов во многом определяется влажностью грунта, максимальной плотностью его каркаса и оптимальной влажностью, которая обеспечивает наилучшее уплотнение.

При усилении фундаментов выполняются следующие основные работы: усиление оснований и фундаментов как комплекс мер по повышению несущей способности, уширение подошвы фундаментов для увеличения опорной площади, увеличение глубины заложения для повышения устойчивости, а также полная или частичная замена конструкций в случаях, когда иные методы неэффективны.

Среди специфических методов усиления особое место занимают защитные растворные рубашки, применяемые при незначительном износе. Их устройство предполагает установку анкеров в существующую кладку в шахматном порядке, крепление арматурной сетки и нанесение раствора. Корневидные (буроинъекционные) сваи позволяют проводить усиление без разработки котлована, обнажения фундамента и нарушения структуры грунта у основания.

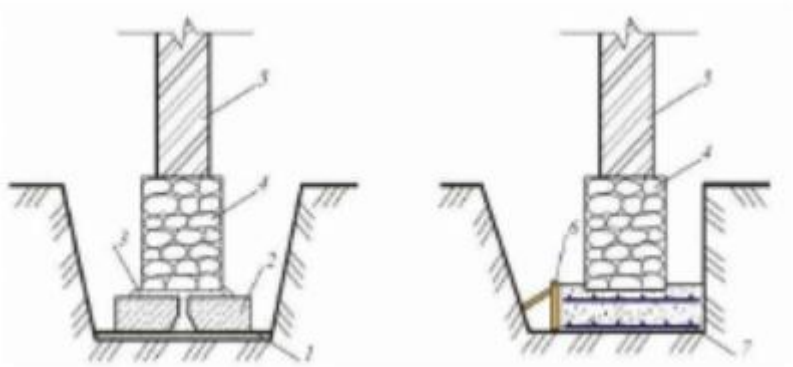


1 – фундамент; 2 – буроинъекционные сваи; 3 – стена

Рисунок 4 – Усиление фундаментов буроинъекционными сваями

Расширение фундамента может осуществляться как односторонним или двусторонним наращиванием, так и трёх- или четырёхсторонним усилением с помощью железобетонных оболочек или зажимов. При этом минимальная ширина удлинителя должна составлять 200 мм, а соотношение ширины к высоте – не менее 1/5.

Углубление фундамента выполняется с использованием монолитного бетона и включает несколько последовательных этапов: разгрузку фундамента, рытьё котлованов под его подошвой, закрепление стен щитами, монтаж рамы на передней стенке, заливку бетона с уплотнением и бетонирование зазоров.



1 – уплотненная грунтовая подготовка; 2 – железобетонные плиты; 3 – цементно-песчаный раствор; 4 – фундамент; 5 – стена; 6 – опалубка; 7 – арматурная сетка

Рисунок 5 – Уширение подошвы фундамента

В случаях, когда усиление не способно обеспечить необходимую несущую способность или технически невыполнимо, прибегают к полной

замене фундамента. Этот процесс делится на два этапа. На подготовительном этапе реализуются мероприятия, обеспечивающие устойчивость здания во время последующих работ. Основной этап включает разработку котлованов и траншей, демонтаж старого фундамента и устройство нового, а также сопутствующие операции. Перекладка обычно ведётся на отдельных участках длиной 1,5–2 м, причём приступать к работам на новом участке допускается не ранее чем через 7 суток после завершения работ на смежных участках. Приоритетным является усиление самых слабых участков конструкции [6].

Список литературы

1. Усиление оснований и реконструкция фундаментов: учебное пособие / О. А. Коробова С 6, 24, 54, 72.
2. Кондрашин К. Г., Пилипенко В. Н., Голубничева Е. М. МЕТОДЫ ТЕРМИЧЕСКОГО УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2021. №2 (36). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metody-termicheskogo-ukrepleniya-gruntov (дата обращения: 25.12.2025).
3. Халиулина Лилия Эльверовна О применении электрохимического закрепления грунта в дорожном строительстве // Вопросы науки и образования. 2018. №27 (39). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/o-primenenii-elektrohimicheskogo-zakrepleniya-grunta-v-dorozhnom-stroitelstve (дата обращения: 25.12.2025).
4. Дизенко Светлана Ивановна, Ситниченко Артём Алексеевич, Елисеев Лев Владимирович СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ // E-Scio. 2022. №6 (69). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-sposoby-usileniya-osnovaniy-i-fundamentov (дата обращения: 25.12.2025).
5. Селезнев К. А. МЕТОДЫ УКРЕПЛЕНИЯ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ // Экономика строительства. 2023. №6. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metody-ukrepleniya-osnovaniy-i-fundamentov (дата обращения: 25.12.2025).

КРУПНОРАЗМЕРНАЯ СОВМЕЩЕННАЯ ПЛИТА НА ДЕРЕВЯННОМ КАРКАСЕ С КЛЕЕФАНЕРНЫМИ РЕБРАМИ

Нестеренко М.А., Жаданов В.И., д-р техн. наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Совмещенные конструкции, сочетающие в себе одновременно несущие и ограждающие функции, применяют при строительстве различных зданий, в том числе жилого назначения. Эффективность применения таких элементов в покрытиях и перекрытиях зданий доказана практикой отечественного и зарубежного строительства [1, 2] и успешно реализована в железобетонных и стальных конструкциях [3, 4]. Несомненно, что это послужило импульсом для разработки аналогичных крупноразмерных совмещенных элементов с применением древесины и древесных материалов, чему способствовало широкомасштабное увеличение в России производственной базы по изготовлению клееных конструкций.

Наибольший технико-экономический эффект от применения крупноразмерных совмещенных плит в покрытиях возможно получить, используя их как конструкции «на пролет» с опиранием непосредственно на продольные несущие стены или подстропильные конструкции, так как в сравнении с традиционными несущими конструкциями в виде плоскостных балок или ферм с смонтированными по их верхним граням ограждающими плитами достигается снижение трудоемкости монтажных работ вследствие уменьшения количества монтируемых элементов за счет увеличения габаритных размеров конструкций; простота конструктивной схемы покрытия здания; уменьшение длины стыков между отдельными плитами, что повышает долговечность эксплуатационную надежность покрытия; практически 100% заводская готовность конструкций, поставляемых на строительную площадку [5].

Необходимо отметить целесообразность применения совмещенных плит, выполненных на основе древесины, в жилых зданиях, так как в она отличается такими положительными качествами как экологичность, высокая огнестойкость, низкий коэффициент теплопроводности, эстетический вид. Кроме этого, к преимуществам совмещенных плит на деревянном каркасе относится и их малая масса, что позволяет упростить их монтаж и доставку на стройплощадку, облегчить здание в целом, при необходимости устроить мансардный этаж без усиления существующих стен и фундаментов.

Не вызывает сомнений целесообразность применения совмещенных конструкций в малоэтажном строительстве, в том числе в удаленных от производственных баз районах, при возведении различных жилых объектов для размещения геологов, пограничников, спасательных служб МЧС, а также при ликвидации последствий стихийных бедствий.

Однако, при всех вышеотмеченных преимуществах известные конструктивные решения крупноразмерных совмещенных плит на деревянном каркасе не лишены ряда недостатков в виде достаточно высокой материалоемкости или значительной трудоемкости изготовления. Представляется целесообразным определить пути устранения этих недостатков и предложить возможные варианты их реализации в части совершенствования конструктивных решений рассматриваемого класса конструкций.

В совмещенных плитах на деревянном каркасе, как показал анализ конструктивных решений [6], основная доля расхода материалов приходится на несущие ребра, составляя от 70% до 80% в случае клеедощатых ребер и 60-70% при применении клеефанерных ребер от общего расхода материалов на конструкцию. В связи с этим достичь существенного повышения технико-экономических характеристик для рассматриваемого класса конструкций возможно именно за счет рационализации конструктивных решений этих ребер, которую можно выполнить за счет учета следующих положений.

Несущие ребра крупноразмерных плит работают, как правило, на поперечный изгиб. В случае применения в качестве таких ребер клеедощатых балок прямоугольного поперечного сечения древесина расходуется нерационально, так как максимальные нормальные напряжения, по которым определяют ширину и высоту ребер, действуют в уровне верхней (сжатие) и нижней (растяжение) граней, а их средняя по высоте часть практически не участвует в работе конструкции. Это позволяет констатировать, что усовершенствовать конструктивную форму ребер можно за счет концентрации древесины на наибольшем удалении от нейтральной оси клеедощатой балки, что реализуется, например, за счет применения в качестве несущих ребер клеефанерных балок с деревянными поясами и тонкой фанерной стенкой с образованием двутаврового или коробчатого поперечного сечения. В качестве стенки возможно применение других конструкционных материалов на основе древесины типа OSB, LVL и им подобным.

С другой стороны, по длине пролета плиты конструкционный материал также возможно распределить рационально с учетом его полноценного участия на восприятие нормальных и касательных напряжений. Например, в изгибаемых крупноразмерных плитах с постоянной высотой поперечного сечения наиболее напряженными являются опорные сечения при расчете по касательным напряжениям и сечение в середине пролета при расчете по нормальным напряжениям (как правило, на такие конструкции действует равномерно-распределенная нагрузка при шарнирных опорах). В случае применения двускатных крупноразмерных плит опасное сечение при расчете по прочности будет находится на расстоянии *«x»* от опоры, которое определяют по известным формулам с учетом формы поперечного сечения. В других сечениях по длине плиты конструкционный материал будет использоваться не полноценно. В рассматриваемом классе конструкций этот недостаток можно устранить, например, при помощи выполнения стенок несущих ребер прерывистыми, предусматривая их обязательное наличие в наиболее опасных расчетных сечениях.

Другой особенностью крупноразмерных плит на деревянном каркасе является то, что за счет участия более толстых верхних обшивок в общей работе конструкции и тем более при отсутствии нижних обшивок как силовых элементов происходит смещение нейтральной оси в верхнюю зону поперечного сечения (рисунок 2). По этой причине конструкционный материал в нижней растянутой зоне, работает с перенапряжением, а в верхней сжатой зоне он недогружен, что приводит к перерасходу древесины [7].

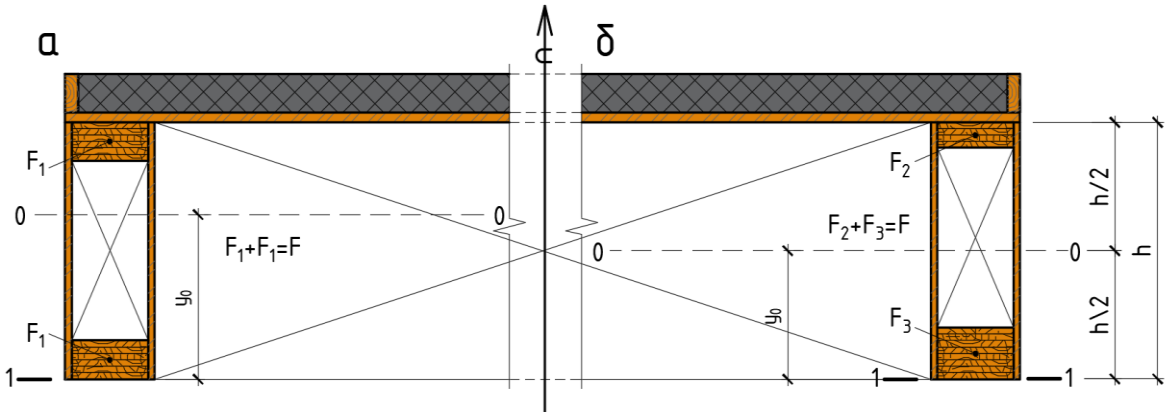


Рисунок 1 – Расчетные поперечные сечения плиты с двутавровыми ребрами:
а – с поясами ребер равной площади поперечного сечения;
б – с рациональными поясами различной площади поперечного сечения

Для устранения этого недостатка целесообразно запроектировать поперечное сечение совмещенной плиты таким образом, чтобы нейтральная ось поперечного сечения находилась посредине общей высоты плиты. Этого можно достичь, например, приняв пояса клеефанерных балок различной площади, уменьшив площадь сечения верхнего пояса балки и соответственно увеличив площадь поперечного сечения нижнего пояса при условии сохранения равного расхода материала в сравнении с ребрами с одинаковыми поясами.

С учетом вышеизложенных соображений на кафедре строительных конструкций ОГУ была разработана совмещенная клеефанерная плита (рисунок 2) для использования в покрытиях зданий как конструкций «на пролет». Конструкция состоит из основных несущих ребер, выполненных в виде клеефанерных балок с поясами из цельной или клееной древесины, диафрагм жесткости, ограждающих щитов, в состав которых входит обшивка с обрамляющими и вспомогательными ребрами, жестко прикрепленными к продольным несущим ребрам, утеплителя, пароизоляции, гидроизоляционного ковра. За счет жесткого присоединения обшивки и обрамляющих ребер к несущим ребрам каркаса обеспечивается совместная работа этих элементов, что влечет за собой увеличение моментов инерции и сопротивления поперечного сечения и, как следствие, позволяет снизить расход материалов.

Особенностью разработанной конструкции является то, что конструкции несущих ребер позволяют существенно снизить материалоемкость, трудозатраты

при производстве совмещенных плит при одновременном сохранении несущей способности и жесткости.

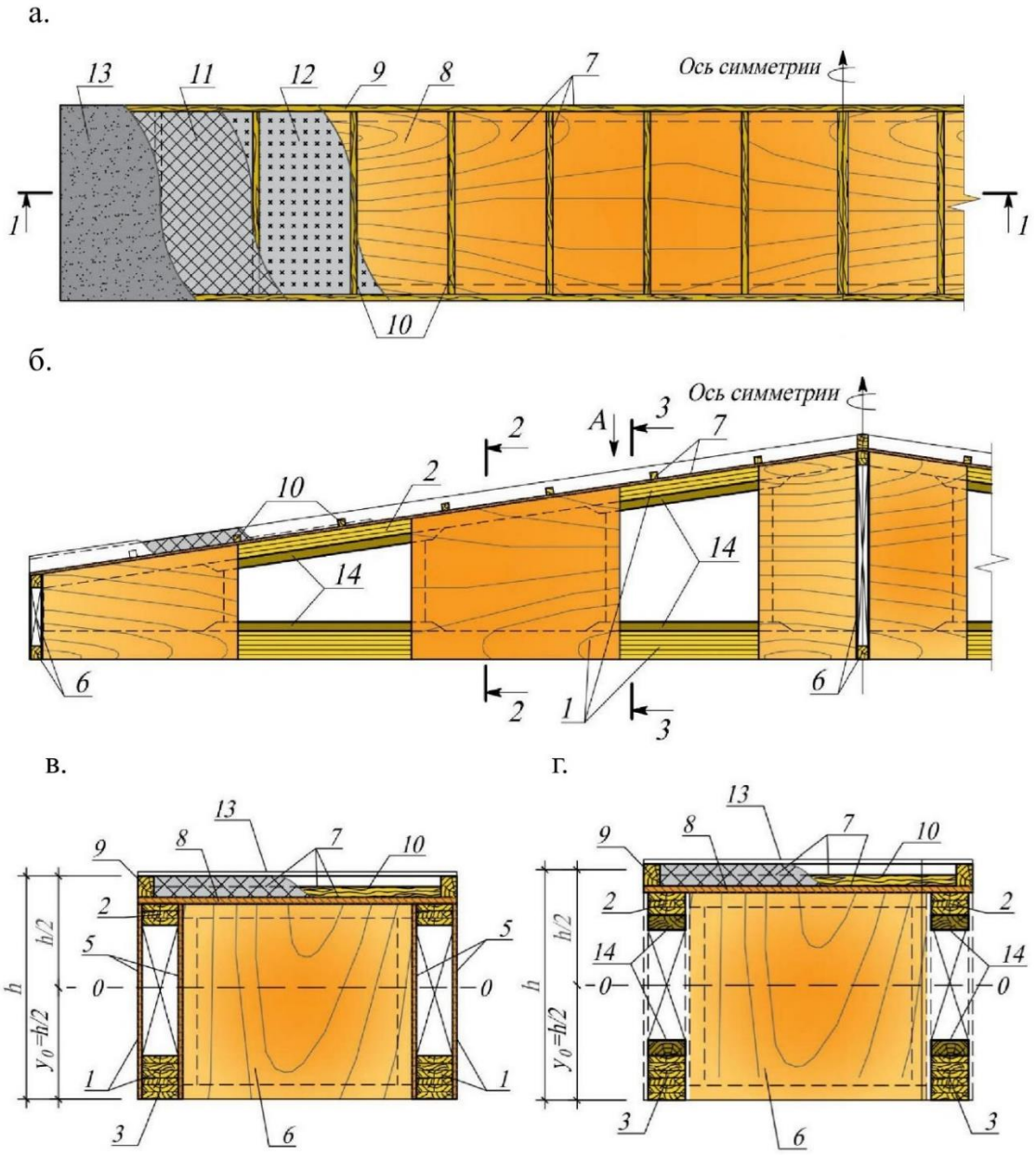
В состав предложенной двускатной совмещенной плиты входят: продольные несущие ребра из клеефанерных балок коробчатого сечения, в состав которых входят верхний и нижний пояса из цельной или клееной древесины, поперечные ребра и фанерные стенки, прерывистые по длине плиты; диафрагмы жесткости; ограждающие щиты, состоящие из обшивки с обрамляющими и вспомогательными ребрами, жестко прикрепленные к продольным несущим ребрам; утеплитель; пароизоляция; гидроизоляционный ковер. Эффективное расположение нейтральной оси поперерчного сечения обеспечивается за счет того, что верхний и нижний пояса продольных несущих ребер одинаковой ширины имеют разную площадь, при этом площадь верхнего пояса составляет 0,35-0,65 от площади нижнего пояса. Кроме этого, на участках несущих ребер без стенок к нижней грани верхнего пояса и к верхней грани нижнего пояса жестко присоединены дополнительные деревянные элементы, компенсирующие отсутствие стенок.

Разработанная конструкция работает следующим образом. При действии вертикальной нагрузки происходит поперечный изгиб клеефанерной плиты, при этом возникающие нормальные напряжения за счет жестких соединений воспринимаются верхним и нижним деревянными поясами продольных несущих ребер, стенкой, обшивкой и продольными обрамляющими ребрами.

За счет уменьшенной площади поперечного сечения верхнего пояса и увеличенной на эту величину площади поперечного сечения нижнего пояса (при условии одинакового расхода материала на пояса) нейтральная ось поперечного сечения плиты будет находиться в середине её высоты, в отличие от традиционного решения ребер с поясами одинаковой площади, у которых нейтральная ось поперечного сечения сместится вверх за счет включения обшивки и продольных обрамляющих ребер в общую работу плиты. Соответственно в разработанной конструкции уменьшится расстояние от нейтральной оси до нижней грани продольных несущих ребер, расстояние от центра поперечного сечения обшивки и обрамляющих ребер увеличивается, что приводит к увеличению геометрических характеристик (момента сопротивления и момента инерции) клеефанерной плиты, а также к существенному снижению расчетных растягивающих напряжений по её нижней грани. За счет этого эффекта в разработанной конструкции достигается повышение несущей способности и жесткости при условии одинаковой материалоемкости в сравнении с традиционными плитами (с клеефанерными ребрами с прерывистой стенкой и деревянными поясами одинаковой площади) или сокращение расхода материала на клеефанерную плиту в целом при фиксированном значении расчетной или нормативной нагрузок.

Для обеспечения местоположения нейтральной оси расчетных поперечных сечений в середине их высоты в предлагаемом техническом решении в зависимости от действующих нагрузок, размеров продольных несущих ребер, обшивки и обрамляющих ребер соотношение площадей верхнего и нижнего

поясов должно находиться в диапазоне от 0,35 до 0,65 (по результатам расчетов предлагаемого технического решения клеефанерных плит с варьируемыми параметрами).



1 – клеефанерные ребра коробчатого сечения; 2 – верхний пояс ребра; 3 – нижний пояс ребра; 4 – поперечные ребра; 5 – фанерные стенки ребер; 6 – диафрагмы жесткости; 7 – ограждающий щит; 8 – фанерная обшивка; 9 – обрамляющие ребра; 10 – вспомогательные ребра; 11 – утеплитель; 12 – пароизоляция; 13 – гидроизоляционный ковер;
14 – подкрепляющие дополнительные накладки

Рисунок 2 – Вид плиты в плане (а), разрез 1-1 (б), разрезы 2-2 (в) и 3-3 (г)

В результате, при условии равенства расчетных нагрузок за счет применения дополнительных деревянных накладок на участках продольных несущих ребер без фанерной стенки возможно достичь сокращения материалов на плиту в целом в сравнении с плитами-аналогами. В частности, расход фанерных листов и древесины на пояса продольных несущих ребер в разработанной плите будет снижен на 40% или в 1,4 раза) по сравнению с известными конструктивными решениями.

Список литературы

1. Костюковский, М.Г. Анализ конструктивных решений покрытий из элементов длиной на пролет / М.Г Костюковский., Б.Г. Кормер // Железобетонные конструкции промышленных зданий. – М.: ЦНИИПромзданий, 1981. – С. 13 – 29.

2. Мацелинский, Р.Н. Проектирование и строительство зданий с покрытиями из панелей-оболочек КЖС / Р.Н. Мацелинский, Л.С. Спаннут, Ф.Г. Рухлин, Г.И. Гернер // Эффективные пространственные конструкции в практике проектирования и строительства республик Средней Азии и Казахстана. – Ташкент, 1983. – С. 15 – 19.

3. Абовская, С.Н. Сталежелезобетонные конструкции. Панели и здания / С.Н. Абовская. – Красноярск: КрасГАСА, 2001. – 460 с.

4. Енджиевский, Л.В. Каркасы зданий из легких металлических конструкций / Л.В. Енджиевский, В.Д. Наделяев, И.Я. Пастухова // Учеб. пособие. – М.: АСВ, 1998. – 247 с.

5. Костоев, Б. М. Преимущества и недостатки использования деревянных конструкций в строительстве / Б. М. Костоев, И.С. Ульбиева // Научный лидер. 2024. № 4(154).

6. Жаданов, В.И. Анализ конструктивных решений несущих ребер крупноразмерных совмещенных панелей на деревянном каркасе / В.И. Жаданов, М.А. Нестеренко, И.П. Пинайкин // Эксперт: теория и практика. Технические науки. Строительство и архитектура. Выпуск № 4(27) 23.12.2024 – С. 12 – 15.

7. Жаданов В. И. Рациональные конструкции совмещенных плит на деревянном каркасе / В.И. Жаданов, М.А. Нестеренко, Ю.А. Ловецкая // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2022. Вып. 1(86). С. 33–42.

СОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕРЕВЯННЫХ КАРКАСОВ ЗДАНИЙ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ ЭТАЖНОСТИ

Нечаев А.А., Руднев И.В., канд. техн. наук.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

С древнейших времён дерево было одним из самых востребованных и широко используемых строительных материалов. Благодаря новейшим технологиям биологической и противопожарной обработки, дерево переживает поистине второе рождение, что позволяет проектировать и строить, здания различной этажности и назначения, в том числе, здания с деревянным каркасом [1, 2].

Главными преимуществами каркасных деревянных систем, является скорость их возведения, большая степень заводской готовности конструкций, их унификация, а также экологическая безопасность, свойственная деревянным конструкциям в целом. Но при использовании данной несущей системы, одной из главных проблем является обеспечение прочности, жесткости и долговечности соединений элементов каркаса. В данной статье рассмотрены распространенные типы соединений несущих деревянных конструкций с применением различных стальных изделий, соединяющих деревянные элементы механическими связями, выявлены их основные преимущества и недостатки, а также рассмотрены конструктивные решения соединений на вклеенных в древесину стальных пластинах.

В настоящее время большое распространение получили соединения деревянных элементов различными стальными оцинкованными профилями, сопрягающие вертикальные, горизонтальные и наклонные брусья друг с другом, с фундаментом и другими бетонными и стальными элементами здания (рисунок 1).

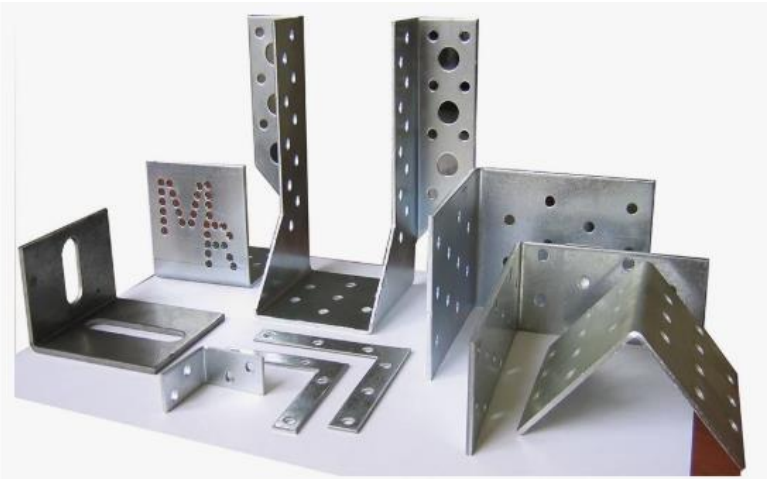
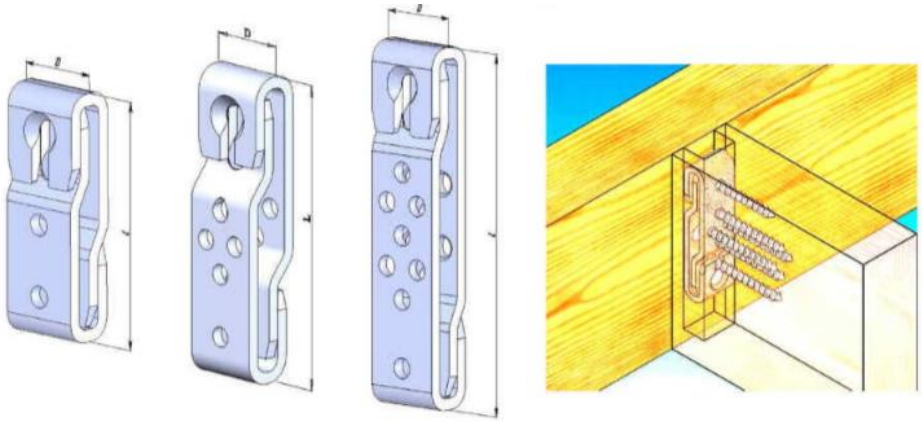


Рисунок 1 – Стальные соединительные элементы, находящие применение в узлах деревянных каркасных зданий

Одним из вариантов Т-образного соединения брусчатых элементов деревянного каркаса, разработанной в последнее время, стала система скрытого крепежа «Валет» Санкт-Петербургской компании «Петротех» [3]. Она представляет собой две одинаковые по форме детали, которые изготавливаются из оцинкованной стали трех основных типоразмеров и крепятся к брусьям специальными саморезами (смотри рисунок 2). В качестве основного преимущества системы скрытого крепежа «ВАЛЕТ» следует отметить совмещение в конструктивном решении прочностных и эстетических качеств. Соединение может быть использовано, как для сборки деревянных каркасов, так и для монтажа межэтажных перекрытий, изготовления светопрозрачных конструкций, отдельных деревянных узлов в каменных и кирпичных зданиях, фахверковых конструкций.



а)

б)

Рисунок 2 – Система скрытого крепежа строительного бруса «Валет»: а) конструктивное решение соединения; б) применение скрытого крепежа «Валет» в каркасе автонавеса в д. Дятлицы Ленинградской области

К недостаткам этой системы крепежа можно отнести специфику ее работы, а именно: несущие конструкции должны быть нагружены условно статически без возникновения крутящих моментов относительно оси несущих балок. Кроме этого, узел относится к податливым, в связи с применением механических связей при соединении стальных элементов с древесиной, в качестве которых используются саморезы. Также производитель рекомендует исключить поступление влаги снаружи и регулярное образование конденсата на элементах соединения, что ограничивает область применения соединения.

В качестве варианта сопряжений элементов каркаса возможно рассматривать соединения на когтевых шайбах [4] которые в целом являются разновидностью шпоночных соединений. За свою историю эволюции шпонки претерпели изменения от призматических деревянных форм до сложных соединителей, выполняемых из специальных сплавов. Видоизменения соединителей шпоночного типа были направлены на предотвращения таких недостатков, как неравномерное распределение нагрузок при многорядовой расстановке, снижение значений скалывающих напряжений в древесине, в связи с чем, соединения на когтевых шайбах наделялись качествами достаточной вязкости и податливости (чтобы предотвратить опасное скалывающее напряжение), равнопрочности, применения принципа дробности воспринимаемого усилия, увеличения поверхности скалывания, увеличения плотности и мощности соединения.

а) б)

Рисунок 3 – Конструктивное решение соединения (а), работающего на сдвиг, и фрагмент деревянного каркаса здания спорткомплекса «Фламинго» в Кургане (б) на когтевых шайбах

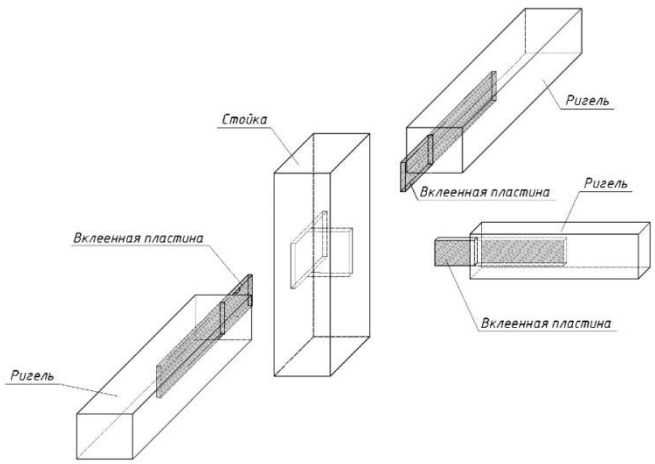
Положительные качества когтевых шайб отражаются в увеличении несущей способности аналогичного нагельного соединения в 1,8–2,5 раза. Испытаниями

было выявлено, что несущая способность когтевой шайбы примерно одинакова в соединениях вдоль и поперек волокон сосновой древесины вследствие «дробности» приложения сминающих усилий. Узлы, выполняемые с использованием когтевых шайб, имеют высокую плотность соединения. Использование шайб также предостерегает разрушение узлов конструкции от опасных хрупких разрушений. Помимо этого, у данного крепления нет ограничения по виду нагружения, что делает его более универсальным, по сравнению с креплениями типа «Валет».

Несмотря на широкое применение в узлах различных строительных конструкциях существует ряд выявляемых через определенный период времени недостатков соединений с когтевыми шайбами: незначительные размеры зубьев при усушке древесины приводят к выходу их из гнезд; зубья, вдавленные в древесину, перерезают волокна и вызывают ослабление древесины; необходимы особенные требования к технологии запрессовки шайб для предотвращения изгиба зубьев в направлении наименьшей их жесткости, которые достаточно проблематично обеспечить в условиях стройплощадки.

Но основным недостатком рассмотренных выше соединений, как и всех соединений на механических связях, является повышенная деформативность по сравнению с клеевыми соединениями деревянных элементов.

На кафедре строительных конструкций Оренбургского государственного университета предложены соединения элементов каркаса с применением вклеенных стальных пластин (смотри рисунок 4).



а)

б)

Рисунок 4 – Конструктивное решение соединений элементов каркаса вклеенными пластинами (а) и экспериментальная модель каркаса, подготавливаемая к испытаниям (б)

Возможность применения такого соединения, с вклеенными в древесину пластинами, работающими на выдергивание-вдавливание, теоретически и экспериментально доказаны ранее [5, 6, 7]. При этом в соединениях элементов каркаса стальные пластины будут дополнительно испытывать изгибные напряжения, что в свою очередь вызовет появления напряжений скалывания в древесине под углом к волокнам.

Сложное напряженно-деформированное состояние узлов каркаса на вклеенных стальных пластинах в дальнейшем предполагается исследовать экспериментально-теоретическими методами, с созданием аналитических, численных и натурных моделей соединений элементов каркаса.

Список литературы

1. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная версия СНиП II-25-80. – Введ. 27.02.2017. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко – институт ОАО «НИЦ «Строительство». М.: 2017. – 97 с.

2. СП 452.1325800.2019 Здания жилые многоквартирные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования. Введ. 29.04.2020. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко – институт ОАО «НИЦ «Строительство». М.: 2017. – 46 с.

3. Техническое руководство по применению и эксплуатации системы скрытого крепежа «Валет». Патент № 74691. Санкт- Петербург. 2021 г.

4. Черных А. Г., Данилов Е. В. расчет жесткости соединений конструкций из LVL с когтевыми шайбами / Черных А. Г., Данилов Е. В. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2020. — № 4. — С. 157-167.

5. Verification and validation of finite-elemental calculation of wooden structures connections on gluedflat steel rods [Электронный ресурс] / I. V. Rudnev, V. I. Zhadanov, M. M. Sobolev, D. A. Ukrainchenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : VII International Symposium Actual Problems of Computational Simulation in Civil Engineering, 1-8 Jul. 2018, Novosibirsk / IOP. - Electronic data. - Novosibirsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd,2018. - Vol. 456, conf. 1. - P. 1-7. - 7 с.

6. Лисицкий, И. И. Деревянные фермы с узловыми соединениями на вклеенных плоских стержнях [Электронный ресурс] / И. И. Лисицкий, В. И. Жаданов, И. В. Руднев // Промышленное и гражданское строительство, 2020. - № 4. - С. 9-15. - 7 с.

7. Rudnev, I. Validation of the calculation of a wooden column with a support unit on glued steel plates [Электронный ресурс] / I. Rudnev, V. Zhadanov, V. Garipov // E3S Web of Conferences,2021. - Vol. 236: 24th International Scientific Conference on Construction the Formation of Living Environment, FORM 2021, 22-24 April 2021, Moscow. - P. 1-9. - 9 с.

АНАЛИЗ СВЯЗЕВОЙ СИСТЕМЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО КАРКАСА ОДНОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ С ОГРАЖДАЮЩИМИ КОНСТРУКЦИЯМИ ИЗ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент, Суханова П.И.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В настоящее время здания павильонного типа с несущим стальным каркасом и ограждающими конструкциями из трехслойных панелей со стальными обшивками находят широкое применение при строительстве объектов различного функционального назначения, потому что являются быстровозводимыми и легкими по сравнению с аналогичными сооружениями из других материалов. Именно это обстоятельство требует более аккуратного отношения к построению адекватных расчетных схем таких каркасов, так как внесение любых изменений в стандартные схемы расположения элементов каркаса может привести к существенному увеличению расхода стали и, соответственно, к снижению эффективности применения таких зданий в строительстве.

При проектировании одноэтажных зданий общественного назначения (например, зданий магазинов) со стальным каркасом, часто возникают вопросы о необходимости установки вертикальных и горизонтальных связей. Безусловно, есть классические стандартные рекомендации по проектированию связевой системы одноэтажных бескрановых зданий со стальным каркасом, приводимые в нормативных и справочных документах и сериях, согласно которым, например, вертикальные связи по колоннам обязательно устанавливаются по каждому продольному ряду колонн и, желательно, – в одних и тех же осях. А что делать в том случае, если центральное и основное помещение здания – это торговый зал, вертикальная связь посередине которого явно является эстетической и эксплуатационной проблемой. Как поступить проектировщикам в этом случае: настаивать на известном требовании и оставлять вертикальную связь, маскируя ее эффектной обшивкой с яркой рекламой, или попробовать убрать одну вертикальную связь по среднему ряду колонн в нарушение существующих рекомендаций? Ответ на этот вопрос очень непрост и требует тщательной оценки возможных последствий такого конструктивного отклонения от стандартного подхода.

Примером такой ситуации может послужить каркас здания магазина, план и визуализация связей по колоннам которого приведены на рисунке 1. Такие здания предположительно собираются строить в разных регионах нашей страны. Размеры основного здания в плане в осях 35,98х21,36 м. Высота здания в коньке – 4,778 м, до верха торцевого парапета – 5,6 м. Несущие элементы каркаса: колонны – из профиля стального квадратного 200х200х10 мм по ГОСТ 30245-2012; балки покрытия – из горячекатанных прокатных двутавров с

параллельными гранями полок 25Б1 по ГОСТ 57837-2017; прогоны под сэндвич-панели – из стального горячекатаного швеллера 20У по ГОСТ 8240-97. Наружные стены – из навесных трехслойных панелей толщиной 150 мм. Конструкция кровельного ограждения - трехслойные сэндвич-панели толщиной 200 мм с пенополистирольным утеплителем.

а)

б)

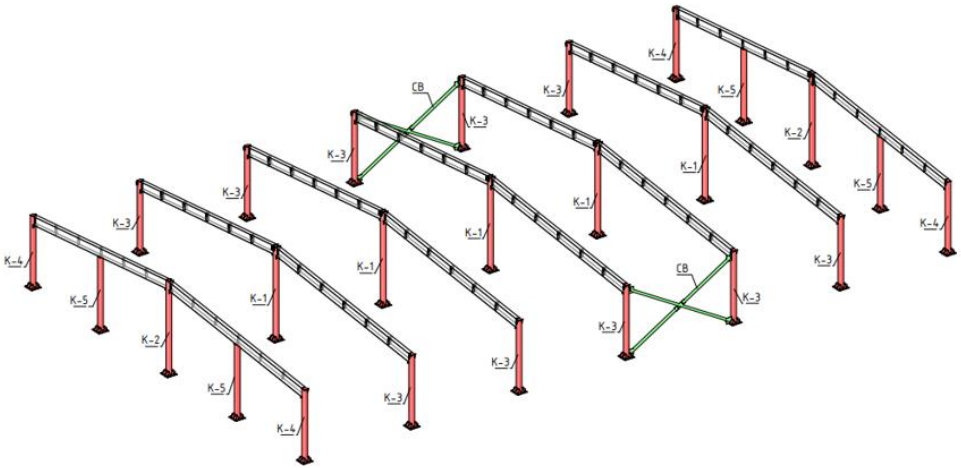


Рисунок 1 – План здания магазина (*а*) и визуализация колонн, ригелей и вертикальных связей (*б*)

По стандартным рекомендациям по размещению связей по колоннам, нужно было бы либо поставить еще одну вертикальную связь в осях ***3*** – ***4***

между колоннами среднего ряда по оси ***В***, либо установить весь связевой блок по колоннам в торце здания между осями ***6-7***. В первом случае это будет создавать неудобства в эксплуатации торгового зала, а во втором – нарушит планировку вспомогательных помещений. Наиболее целесообразным с точки зрения удобства эксплуатации всех помещений здания, безусловно является предлагаемое проектом решение без вертикальной связи по колоннам по оси ***Б***.

С целью выяснения возможности отсутствия вертикальной связи между колоннами среднего ряда, в программном комплексе ЛИРА САПР был выполнен статический расчет пространственной модели каркаса здания на действие постоянных, снеговых и ветровых нагрузок, определенных по рекомендациям действующего нормативного документа [1]. Расчетная модель пространственного каркаса приведена на рисунке 2.

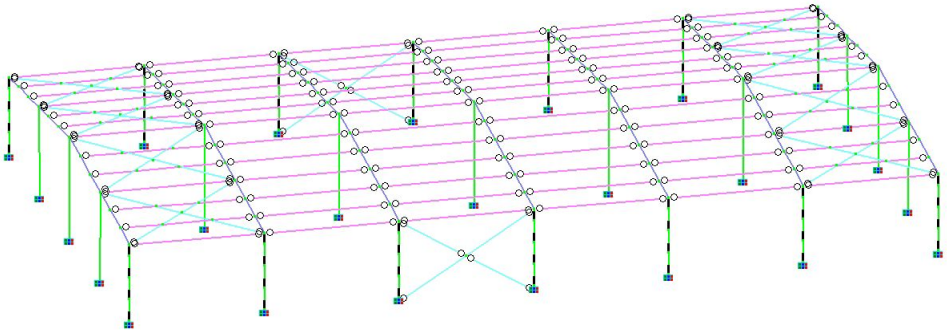


Рисунок 2 – Пространственная конечно-элементная модель каркаса здания магазина в программном комплексе ЛИРА САПР

Для определения нормативного значения пульсационной составляющей основной ветровой нагрузки, действующей на здание, был выполнен модальный анализ и определены частоты собственных колебаний от нормативного значения вертикальных нагрузок. Численное значение частот пяти первых форм колебаний приведены в таблице на рисунке 3.

Частоты собственных колебаний

№ загруж	№ формы	Собст.значения	Частоты		Период (с)	Коэф.распред.	Мод.масса (%)	Сумма мод.масс (%)
			Круг.частота (рад/с)	Частота (Гц)				
5	1	0.094	10.620	1.690	0.592	0.000	0.000	0.000
5	2	0.094	10.641	1.694	0.590	0.000	0.000	0.000
5	3	0.089	11.206	1.783	0.561	0.000	0.000	0.000
5	4	0.089	11.207	1.784	0.561	0.000	0.000	0.000
5	5	0.089	11.244	1.790	0.559	0.000	0.000	0.000

Рисунок 3 – Частоты собственных колебаний каркаса здания магазина, определенные в программном комплексе ЛИРА САПР

Как показывает расчет, первая (низшая) частота собственных колебаний пространственного каркаса здания составляет 1,69 Гц, что превышает значение предельной частоты колебаний в 1,4 раза. Такой результат позволил определять пульсационную составляющую основной ветровой нагрузки без учета коэффициента динамичности [1].

Максимальное продольное перемещение оголовков колонн среднего ряда при действии расчетной ветровой нагрузки на торцевые стены здания составило 6,2 мм, а оголовков колонн крайних рядов, по которым установлены вертикальные связи, - 4,1 мм. Указанные значения перемещений находятся в пределах, рекомендуемых нормативными документами [1,2], однако полученная разность в перемещениях может свидетельствовать об изменении геометрии опорного контура панелей покрытия и появлении сдвиговых деформаций, следствием которых может стать повреждение обшивок и сердцевины панелей. Если же указанные деформации сдвига не превышают максимально допустимых значений из условия работы на сдвиг материала сердцевины, то ответ на вопрос о возможности отсутствия вертикальной связи по колоннам среднего ряда может быть положительным. Численное значение предельных деформаций определяется из относительного угла сдвига □ , в формуле, описывающей закон Гука при сдвиге:

$$\tau = G_s \cdot \gamma, \qquad (1)$$

где: G_s – модуль сдвига материала сердцевины панели, МПа;
τ – касательные напряжения в сердцевине панели, МПа.

Для примененного в покрытии здания магазина типа трехслойных панелей с утеплителем из пенополиуретана, минимальная значение предела прочности на сдвиг материала сердцевины составляет 0,1 МПа [3]. При фактическом угле перекоса панели в $4{,}95 \cdot 10^{-3}$радиан, и значении модуля сдвига материала сердцевины панели $G_s = 1{,}6\ МПа$, максимальные касательные напряжения в панели составляют 0,008 МПа, что существенно меньше значения предела прочности на сдвиг материала сердцевины.

Полученные результаты расчета пространственной модели стального каркаса одноэтажного здания магазина, без учета совместной работы трехслойных панелей ограждения с элементами каркаса, показывают, что для принятых размеров геометрических параметров сооружения, сечений несущих элементов каркаса и климатических условий города Оренбурга допускается не устанавливать вертикальную связь по средней оси здания без нарушения пространственной жесткости здания и каких-либо повреждений ограждающих конструкций.

Для разработки более универсальных рекомендаций по проектированию связевой системы каркасов аналогичных зданий, необходимо выполнить расчет пространственной пластинчато-стержневой модели каркаса с учетом совместной работы несущих и ограждающих конструкций.

Список литературы

1. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-88*//[Электронная версия]. URL: https://docs.cntd.ru/document/456044318 (дата обращения: 12.01.2026)

2. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 //[Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200097510 (дата обращения: 12.01.2026)

3. СП 362.1325800.2017 Ограждающие конструкции из трехслойных панелей. Правила проектирования//[Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/550566837 (дата обращения: 21.01.2026)

ОЦЕНКА ДЕФОРМАТИВНОСТИ СТАЛЬНОГО КАРКАСА ДВУХПРОЛЕТНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ

Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент, Орлова А.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Задача оценки деформативности каркаса двухпролетного одноэтажного здания с несущими стальными элементами для климатических условий Оренбургской области была поставлена в результате обследования существующего двухпролетного производственного здания с мостовыми кранами [1], нормальная эксплуатация которых периодически нарушалась вплоть до момента падения одного из кранов в пролете.

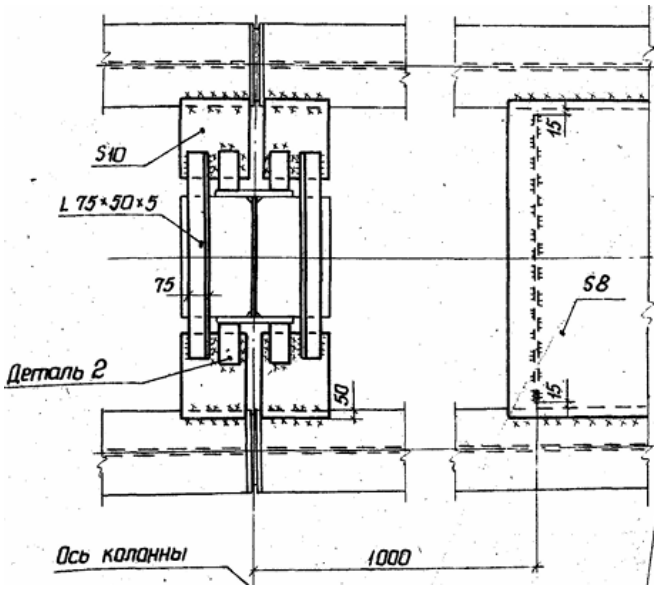
Безусловно, причин возникновения такой аварии может быть достаточно много. Однако, наиболее очевидными из них являются ошибки в схемах расположения связей по покрытию, колоннам и подкрановым конструкциям, а также в конструктивных решениях узлов крепления подкрановых конструкций к колоннам. Выявленные при обследовании здания ошибки в схемах расположения связей по покрытию описаны в работе [1] и они касаются отсутствия продольных связей по нижним поясам стропильных односкатных ферм вдоль среднего ряда колонн, отличающихся по высоте от колонн крайних рядов, отсутствия поперечных связевых ферм по верхним поясам ферм и внеузлового крепления вертикальных связей по стропильным фермам к их верхним поясам.

Для исключения закручивания опорных частей разрезных подкрановых балок из плоскости стенок, узлы крепления их верхних поясов к колоннам должны обеспечивать свободный поворот их опорных сечений при сохранении вертикальности положения конструкций. Примеры таких узлов крепления верхних поясов подкрановых балок к стальным колоннам приведены на рисунке 1. В приведенных узлах непосредственно к колонне детали крепления подкрановых балок не привариваются. Для обеспечения передачи поперечной горизонтальной нагрузки на колонны упорные детали (Деталь 1 и Деталь 2 на рисунке) плотно пригоняются к поверхностям полок колонны за счет строжки контактных поверхностей. Такое крепление позволяет опорным сечениям подкрановых балок поворачиваться под вертикальной нагрузкой от мостовых кранов, не отклоняясь от вертикального положения.

В реализованном на обследованном объекте конструктивном решении узлов крепления подкрановых конструкций к колоннам в уровне верхних поясов, на колоннах установлены опорные уголки сечением 100x100x10 мм, к которым приварены одиночные стальные пластины, объединяющие верхние пояса смежных подкрановых балок с одной стороны (рисунок 2). Такое конструктивное решение узлов крепления подкрановых балок к колоннам с односторонним объединением их верхних поясов на опоре приводит к

закручиванию опорных сечений подкрановых балок из плоскости стенок и нарушению общей геометрии конструкций. С учетом того обстоятельства, что подкрановые конструкции выполняют роль продольных распорок, раскрепляющих колонны и передающих нагрузки от продольного торможения кранов на вертикальные связи по колоннам, выявленный дефект приводит к нарушению пространственной жесткости всего каркаса и создает проблемы при движении мостовых кранов.

а)



б)

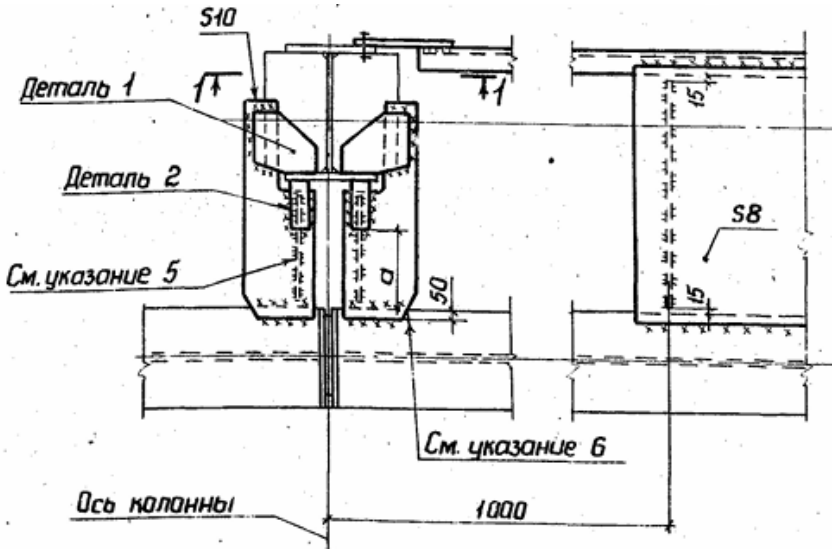
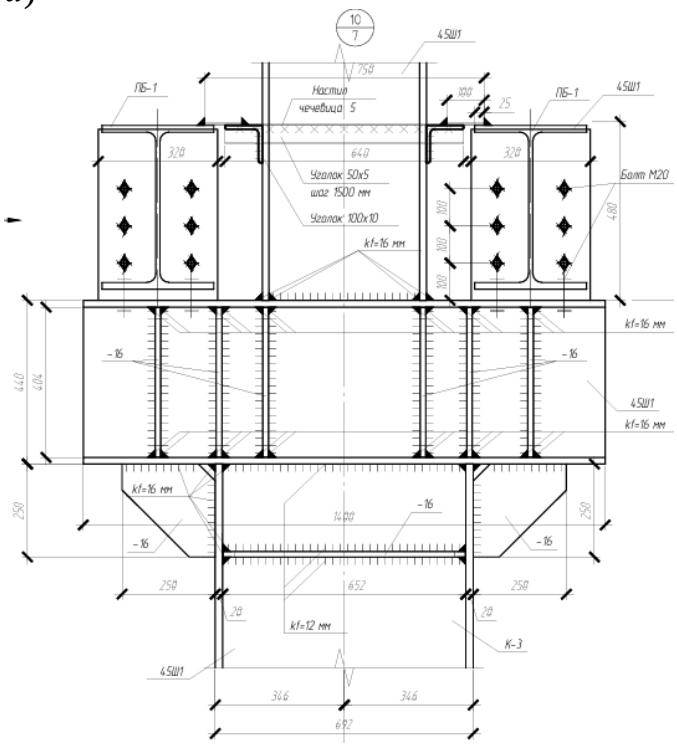


Рисунок 1 – Узлы крепления стальных подкрановых балок к колоннам по серии 1.426.2 – 3 КМ: *а* – к колонне среднего ряда; *б* - к колонне крайнего ряда

Особенно ощутимыми отмеченные непроектные деформации подкрановых конструкций становятся в крайних шагах среднего ряда колонн,

где их пролет равняется 18 метров. Кроме того, в этих конструкциях, как и во всех подкрановых балках на этом объекте, отсутствует тормозной лист, заложенный в проектной документации. Однако, вины монтажников в этом нет, так как заложенная в проекте ширина верхних поясов двутавров, из которых изготовлены подкрановые конструкции, не позволяет разместить тормозные листы без специальных вырезов в зоне установки деталей крепления крановых рельсов (рисунок 3), что не было предусмотрено проектом.

а)



б)

Рисунок 2 – Проектное (*а*) и фактическое (*б*) конструктивное решение узлов крепления подкрановых конструкций к колоннам в уровне верхних поясов

Выполненные поверочные расчеты подкрановых балок без тормозных конструкций показали, что прочность, устойчивость и жесткость балок пролетом шесть метров в горизонтальной плоскости обеспечены при исключении поворота опорных сечений.

Рисунок 3 – Размещение деталей крепления кранового рельса

Наряду с этим, следует отметить, что в подкрановых решетчатых конструкциях пролетом 18 метров, из-за отсутствия тормозного листа и горизонтальных связей по нижним поясам, не обеспечена жесткость в горизонтальном направлении. Установленные между подкрановыми фермами поперечные крестообразные диафрагмы влияют только на крутильную жесткость конструкций и не могут повлиять на их изгибную жесткость. Это обстоятельство, а также наличие подстропильной фермы пролетом 18 метров повышают общую деформативность покрытия и всего каркаса в целом в поперечном направлении. Одним из последствий перечисленных дефектов явился разрыв планки крепления верхних поясов подкрановых балок к колонне среднего ряда (рисунок 4).

Рисунок 4 – Разрыв планки крепления верхних поясов подкрановых балок к колонне среднего ряда

Также, следует отметить, что отсутствие тормозного листа по верхним поясам подкрановых балок, расположенных в осях установки вертикальных

связей по колоннам, приводит к непроектному закручиванию сечений колонн при действии на каркас продольных крановых нагрузок.

Для оценки деформативности отдельных элементов и всего каркаса в целом в программном комплексе ЛИРА САПР была построена стержневая пространственная модель каркаса обследованного производственного здания (рисунок 5). При создании расчетной модели было реализовано фактическое конструктивное решение элементов каркаса и узлов их сопряжений. В качестве основного конечного элемента использован универсальный стержневой элемент, а в местах внецентренного присоединения элементов сформированы жесткие вставки. Расчет каркаса выполнялся на действие постоянных, снеговых, ветровых и крановых нагрузок, определенных с учетом рекомендаций действующего нормативного документа [2]. Ветровая нагрузка формировалась в группе взаимоисключающих загружений при действии ветрового давления на продольные и торцевые стены здания. Для выбора расчетной формулы определения пульсационной составляющей ветровой нагрузки, определялись частоты собственных колебаний каркаса от нормативных значений гравитационных нагрузок: постоянной и снеговой. Нагрузка от вертикального и горизонтального воздействий двух сближенных кранов грузоподъемностью 10 тонн в каждом пролете прикладывалась к средней стойке поперечной рамы, на которую опираются подкрановые решетчатые конструкции пролетом 18 метров (оси ***4/Б***).

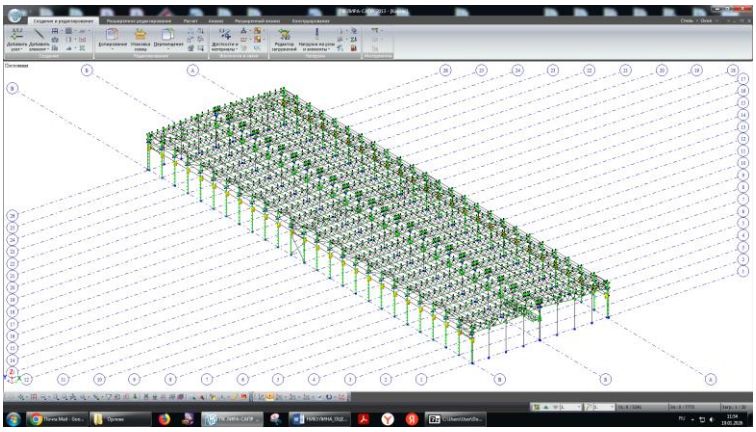


Рисунок 5 – Расчетная модель пространственного каркаса обследованного здания

По результатам выполненного статического расчета пространственного каркаса максимальное линейное перемещение оголовков колонн крайних рядов в поперечном направлении (в плоскости поперечной рамы) составило 52,03 мм, а для колонн среднего ряда – 43,53 мм. Полученные значения перемещений оголовков колонн в поперечном направлении не превышают допустимых значений, равных 1/150 от высоты колонны для каркасных зданий с навесными панелями по рекомендациям СП 20.13330 [2]. Численные значения поперечных смещений оголовков несущих колонн торцевых рам в плоскости расположения стеновых панелей, практически не отличаются от аналогичных перемещений

рядовых поперечных рам и составляют 29,32 мм и 42,12 мм, что может привести к повреждению обшивок стеновых трехслойных панелей и их креплений.

Максимальное перемещение оголовков колонн среднего ряда в продольном направлении составило 42,52 мм, что превышает предельное значение упругих линейных деформаций продольных элементов (распорок по оголовкам колонн, диагональных элементов продольных связевых ферм) и свидетельствуют о неэффективной работе связевой системы каркаса и об ошибках в размещении связей. Для распорок из квадратной трубы с размерами поперечного сечения 120х120х5 мм, при максимальной протяженности распорок от торца здания до связевого блока 84 метра и расчетном продольном усилии в распорке 160 кН, наибольшее значение упругого удлинения распорок составляет 27,3 мм, что на 35,8 процента меньше фактического продольного смещения оголовков колонн.

Для снижения деформативности отдельных несущих элементов и всего каркаса в целом и обеспечения проектного положения конструкций, наряду с устройством поперечных связевых ферм по верхним поясам стропильных ферм и устранению внеузлового присоединения стоек торцевого фахверка к поясам стропильных ферм [1], рекомендуется следующее:

- установить продольные связевые фермы по нижним поясам стропильных ферм вдоль средней оси здания;
- установить вертикальные связи между стойками торцевого фахверка;
- изменить способ крепления верхних поясов подкрановых конструкций к колоннам, исключив непосредственное присоединение деталей крепления к колоннам с помощью сварки;
- установить тормозные листы по верхним поясам и горизонтальные связи по нижним поясам решетчатых подкрановых конструкций и тормозные листы по верхним поясам подкрановых балок, расположенных в осях размещения вертикальных связей по колоннам; при установке тормозных листов следует предусмотреть вырезы для пропуска деталей крепления крановых рельсов.

Список литературы

1. Никулина, О. В. Конструктивное обеспечение пространственной жесткости стального каркаса одноэтажного двухпролетного производственного здания [Электронный ресурс] / О. В. Никулина, А. А. Орлова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф., посвящ. 70-летию Оренбург. гос. ун-та, Оренбург, 30 янв. - 1 февр. 2025 г. / Оренбург. гос. ун-т; ред. А. В. Зайцев. - Оренбург: ОГУ,2025. - С. 2812-2817. - 6 с.

2. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-88*//[Электронная версия]. URL: https://docs.cntd.ru/document/456044318 (дата обращения: 12.01.2026)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОПУЛЯРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ ПРИ УСТРОЙСТВЕ В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

Оверин Н.Е., Кузнецова Е.В., канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Фасад здания является одним из важнейших элементов архитектурного облика любого сооружения, определяющим его эстетическое восприятие и функциональную эффективность. Современные технологии строительства предлагают широкий спектр решений для облицовки фасадов, каждый из которых обладает своими уникальными характеристиками и преимуществами. Выбор оптимальной фасадной системы зависит от множества факторов, включая климатические условия эксплуатации, требования к теплоизоляционным свойствам, долговечность материалов, стоимость монтажа и обслуживания.

Цель настоящей исследовательской работы заключается в проведении комплексного анализа существующих типов фасадных систем, выявлении их сильных и слабых сторон, а также разработке рекомендаций по выбору наиболее подходящей конструкции для конкретных условий эксплуатации. Исследование охватывает широкий круг вопросов, начиная от изучения физико-механических свойств используемых материалов и заканчивая оценкой экономических аспектов реализации фасадов, устраиваемых по технологиям «вентилируемый фасад» и «мокрый фасад». Полученные результаты сделать выбор в пользу той или иной фасадной системы, обеспечивающей оптимальное сочетание эксплуатационных характеристик и стоимости.

Поскольку в проектируемом административном здании в качестве ограждающих конструкций стен выбрана керамзитобетонных блоков к рассмотрению можно принять фасадные системы, представленные в таблице 1.

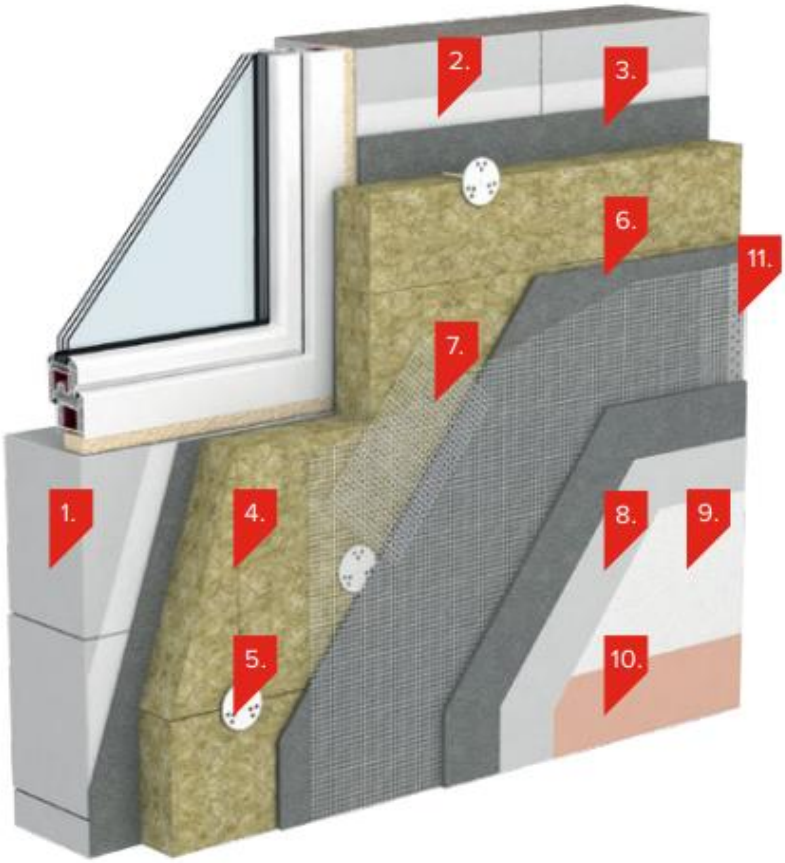
Идея многослойной облицовки с воздушной прослойкой возникла в Европе еще в середине XX века. Первыми ее активно стали применять в Скандинавии и Германии, где климат требовал защиты от ветра, дождя и холода. Постепенно технология доказала свою эффективность и начала использоваться в городах с разным климатом — от жарких до умеренных. В Россию и страны СНГ навесные вентилируемые фасады пришли в конце 80-х – начале 90-х годов и со временем зарекомендовали себя как надёжное решение.

Таблица 1 – Сравнение фасадных систем по основным параметрам

Сравнительная характеристика	Системы фасадные композиционные теплоизоляционные (далее – СФТК) с применением декоративной штукатурки	Навесные вентилируемые фасадные системы (далее – НВФС)
Основаная нор- мативная доку- ментация, регламентирую- щая проектиро- вание, производство работ и эксплуатацию фасадной системы	СП 293.1325800.2017 «Системы фасадные теплоизоляционные композиционные с наружными штукатурными слоями. Правила проектирования и производства работ». Дата введения: 01.01.2018 [1]. ГОСТ 57984-2017 «Штукатурка для наружных и внутренних работ. Правила приготовления и нанесения» Да- та введения: 23.11.2017 [2] Дополнительно регламентируется множеством СТО в зависимости от выбранной конструкции фасадной системы.	СП 522.1325800.2023 «Системы фасадные навесные вентилируемые. Правила проектирования, производства работ и эксплуатации» Дата введения: 06.06.2024.[3] ГОСТ Р 58154-2018 «Материалы подконструкций навесных вентилируемых фасадных систем» Дата введения: 01.01.2019. [4] Дополнительно регламентируется множеством СТО в зависимости от выбранной конструкции фасадной системы.
Краткое оп иса- ние системы	СФТК представляет собой совокупность слоев, устраиваемых непосредственно на внешней поверхности наружных стен зданий, в том числе клеевой слой, слой теплоизоляционного материала, штукатурные и защитно-декоративный слои.	НВФС представляют собой конструкцию, в которой утеплитель защищен от атмосферных воздействий навесной облицовкой, установленной на кронштейнах подконструкции с образованием воздушного канала между облицовкой и утеплителем.

Конструкции фасадных систем представлены на рисунках 1,2

Рисунок 1 – Конструкция фасадной системы ТЕХНОНИКОЛЬ ТН- ФАСАД Профи



Описание элементов конструкции фасадов рисунка 1:

1 – Сплошное основание

2 – Грунтовка

3 – Клеевой слой

4 – Теплоизоляционный слой

5 – Дюбель

6 – Базовый штукатурный слой

7 – Сетка фасадная щелочестойкая

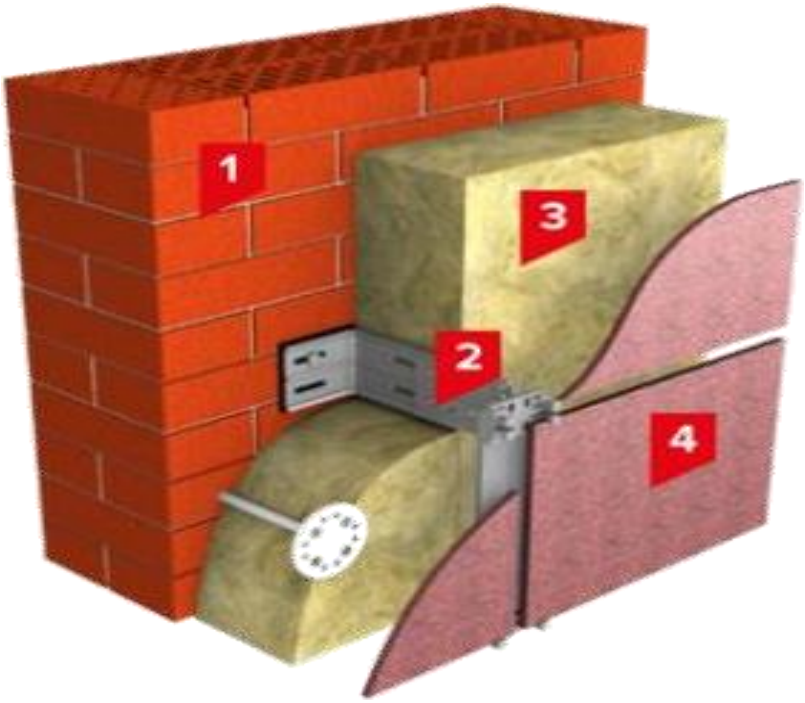
8 – Грунтовка универсальная

9 – Декоративная минеральная штукатурка

10 – Финишный слой (краска)

11 – Крепежный элемент

Рисунок 2 – Фасадная систе- ма ТЕХНОНИКОЛЬ ТН-ФАСАД Вент



Описание элементов конструкции фасадов рисунка 2:

1 – Сплошное основание

2 – Несущая подсистема

3 – Теплоизоляционный слой

4 – Облицовочный материал

В связи с многочисленными проблемами, возникшими на протяжении последних лет на множестве проектов, где применялись мокрые фасады, Европейская Ассоциация систем теплоизоляции штукатурного типа выступила с рекомендациями, а именно:

- не все климатические условия подходят для штукатурных систем,
- не все части фасада, особенно те, которые подвергаются воздействию сильного дождя, следует использовать для штукатурки,
- качество работ должно быть 100%, так как нет страховки от мелких дефектов,
- переходы к окнам, углам, балконам представляют собой проблемные зоны, здесь работа должна быть проведена особенно тщательно,
- герметичность этих переходов зависит от герметиков, которые необходимо часто проверять, так как их долговечность ограничена,
- потеря кровельного ската увеличивает воздействия дождя и вызывает появление пятен и приводит к промоканию стены,
- необходимо регулярное обслуживание для увеличения срока службы,
- сами штукатурки имеют ограниченный срок службы, который зависит от климатических условий,
- качество системы определяется эластичностью штукатурки.

При эксплуатации мокрых фасадов незначительный удар приводит к появлению трещин, они возникают и естественным путём, от воздействия ветра и влаги. Если их сразу не заделать, то проникновение влаги может привести к серьезным осложнениям. Влага проникает внутрь штукатурки, в теплоизоляцию, в материал несущей стены. Зимой, влага замерзает, что приводит к дальнейшему развитию трещин и окончательному разрушению защитного панциря из штукатурки, что приводит к ухудшению теплопроводящих свойств утеплителя.

Как альтернатива штукатурному фасаду появилась навесная система теплоизоляции с воздушным зазором, которую в обиходе обычно называют просто «вентилируемым фасадом».

В отличие от штукатурной системы, где слой штукатурки наносится непосредственно на теплоизоляцию, в навесной системе фасадная панель из фиброцемента устанавливается на некотором расстоянии от теплоизоляции, создавая, таким образом, защитный экран.

Этот экран предохраняет теплоизоляцию от капель дождя, при этом излишняя влага, которая может оказаться за фасадной панелью, испаряется и удаляется через воздушный зазор.

Основные преимущества навесных систем теплоизоляции с воздушным зазором:

- система защищает здание от проникновения влаги и образует дополнительную линию защиты,
- вентилируемые фасады с листами из фиброцемента не нуждаются в обслуживании,
- достигается высокая степень огнезащиты и отсутствуют ограничения по высоте.
- обеспечивается высокая степень звукоизоляции,
- здания с навесными вентилируемыми фасадами сохраняют прохладу летом и требуют меньших затрат на кондиционирование воздуха.
- легкий, простой, быстрый, чистый способ установки фасадных панелей не зависит от погодных условий,
- навесная система – лучшее решение для грубой, неровной стены,
- можно использовать фасадные панели темных цветов, при этом здание не будет дополнительно нагреваться, так излишнее тепло будет унесено потоком воздуха вверх,
- навесные системы относятся к «плавающим» и обеспечивают нужные допуски,
- вентилируемые фасады уменьшают затраты энергии на отопление зданий,

Ремонтопригодность. Мокрый фасад - при повреждении (трещины, отслоение штукатурки) требуется локальный или полный ремонт с восстановлением слоёв. Это трудоёмко и дорого. Вентилируемый фасад - повреждённая панель легко заменяется без демонтажа всей системы. Утеплитель и каркас остаются нетронутыми – ремонт быстрый и экономичный.

Долговечность и микроклимат. Мокрый фасад выдерживает сроки эксплуатации до 25 лет. Штукатурный слой растрескивается через 5–7 лет и требует косметического ремонта. Конденсат может накапливаться в утеплителе, приводя к промерзанию и плесени. Вентилируемый фасад служит более 50 лет. Воздушный зазор отводит влагу, предотвращая разрушение стен и потерю требуемых от утеплителя свойств. Здание «дышит», улучшая микроклимат внутри.

Таблица 2 – Сравнение технико-экономических показателей

Сравнительные параметры	Мокрые фасады	Навесные вентилируемые фасады
1	2	3
Срок службы	до 25 лет данные представлены на рисунке 3	до 50 лет данные представлены на рисунке 3
Стоимость 1м^2 при закупке у официального производителя	от 2500 руб./м^2	от 4460 руб./м^2
Создание криволинейных поверхностей	возможно	возможно
Погодные условия для монтажа	Избегать монтажа во время атмосферных осадков, а также при температуре ниже +5 градусов по Цельсию.	Избегать монтажа во время атмосферных осадков
Декоративность	Большой выбор фактур и цветовых решений штукатурки	Большой выбор цветовых решений панелей
Безопасность	Участки СФТК на парапетах зданий со стороны кровли, в том числе при устройстве теплоизоляционного слоя в нижней плоскости (если это предусматривается проектом) внешних поверхностей выступающих за наружную стену перекрытий, следует выполнять с применением в качестве материала теплоизоляционного слоя негорючих минераловатных плит.	Для устройства теплоизоляционного слоя в системе предусматривают однослойное, двуслойное (или более) утепление с применением негорючих минераловатных плит, изготовленных по ГОСТ 32314.

Эксплуатация фасада	Отслаивание, разрушение штукатурного слоя, ремонт облицовки фасада без больших затрат.	Простота замены дефект-ных плит, возможность замены конкретной плиты, удаление из- лишней влаги за счет вентилируемого зазора.

Входная стоимость устройства мокрых фасадов и вентилируемых фасадов изображается на рисунке 4.

Рисунок 3 – Диаграмма срока службы фасадных систем

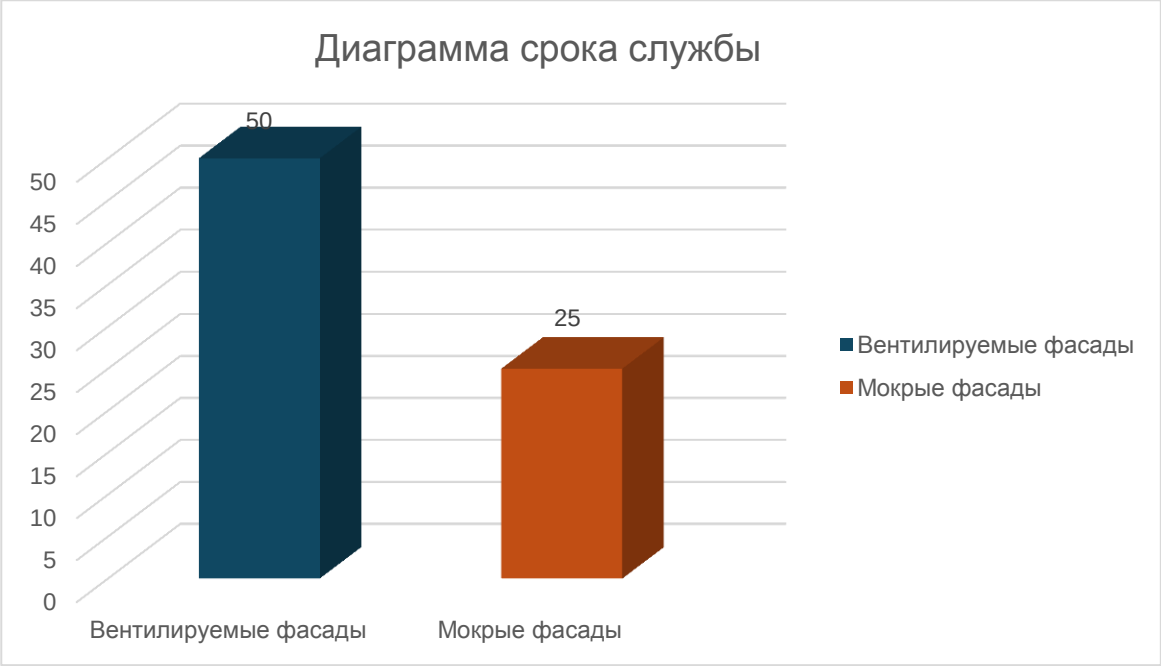


Рисунок 4 – Диаграмма стоимости устройства фасадных систем

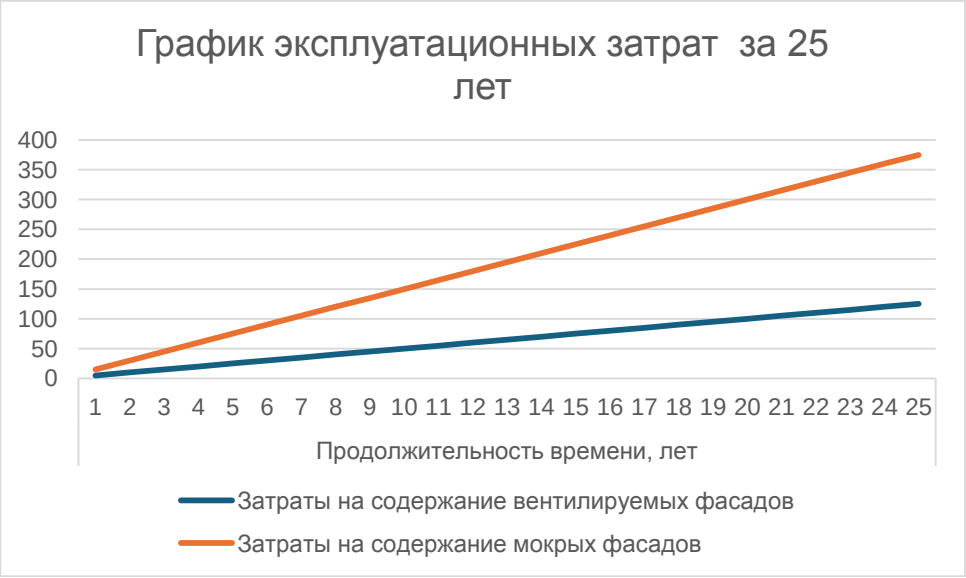
Далее рассчитывалась технико-экономическая эффективность применения рассмотренных фасадов площадью 100 м^2.

Таблица 3 – Расчет экономической эффективности фасадов по сравниваемым вариантам

Показатели	Ед. изм.	Навесные	
Проектный объем внедрения (A_2)	100 м^2	-	1
Срок службы панелей (T_1; T_2)	годы	50	25
Капитальные вложения в производство используемых строительных материалов (K_1; K_2)	т. руб.	466	255
Приведенные затраты на изготовление и транспортирование используемых материалов ($З_1$; $З_2$)	т. руб.	45	60
Приведенные затраты на устройство фасадов на стройплощадке (без стоимости изготовления материалов) ($З_{C1}$; $З_{C2}$)	т. руб.	120	150
Среднегодовые затраты на ремонт на 100м^2 (C_{TP1}; C_{TP2})	т. руб.	5	15
Годовые издержки в сфере эксплуатации ($И_1$; $И_2$)	т. руб.	30	38

Пользуясь данными, приведенными в таблице 3, определяем затраты на содержание фасадных систем в течение срока службы мокрого фасада, поскольку его срок службы составляет 25 лет, что гораздо меньше 50 лет отведённых навесным системам, результаты приведены на рисунке 5.

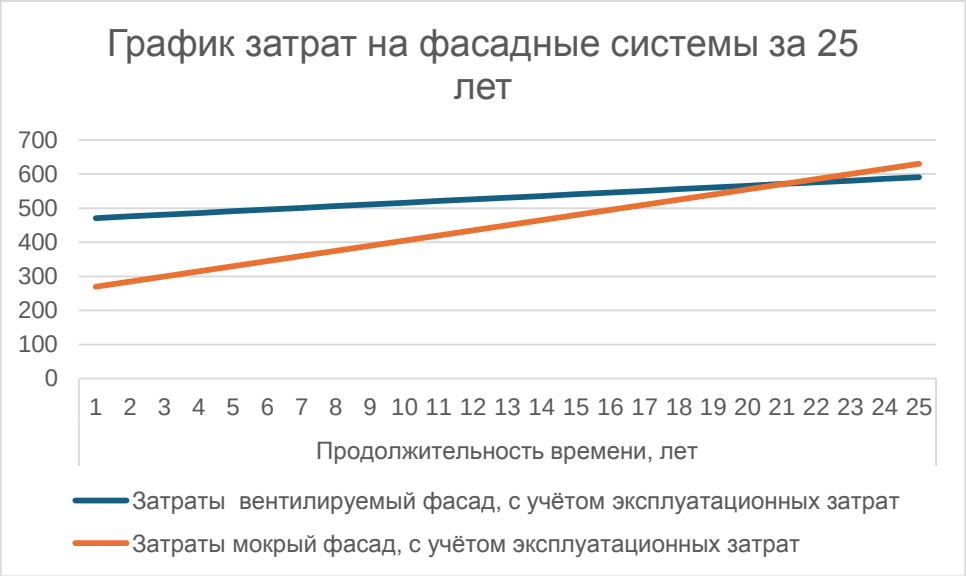
Рисунок 5 – График затрат на содержание фасадов за 25 лет, включая мелкий ремонт



Поскольку мокрые фасады сильнее подвержены износу, чем вентилируемые, а ремонт при возникновении необходимости трудозатратнее. Стоимость их эксплуатации выше.

Приведём тот же график, но с учётом начальной стоимости устройства фасадных систем, рисунок 6.

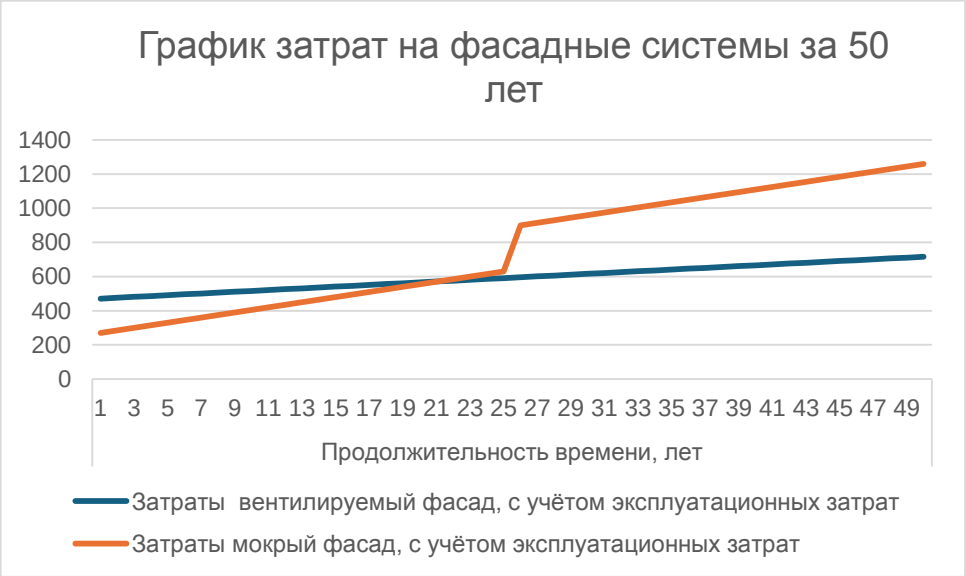
Рисунок 6 – График затрат на фасады за 25 лет, включая мелкий ремонт



Анализируя данные, можно отметить, что к первому капитальному ремонту мокрого фасада вентилируемый фасад окупает более высокую входную стоимость.

Поскольку к концу срока службы возникнет необходимость провести капитальный ремонт приведём график, где учтена стоимость полной замены мокрого фасада при капитальном ремонте. Данные представлены на рисунке 7.

Рисунок 7 – График общих затрат на фасадные системы за срок службы вентилируемого навесного фасада



Из графика видно, что к первому капитальному ремонту мокрого фасада вентилируемый фасад окупает более высокую начальную стоимость, а до конца срока службы навесного фасада в запасе остаётся ещё более 20 лет, поэтому нельзя однозначно сказать, что мокрые фасады дешевле вентилируемых.

В результате проведение сравнительной оценки выявлено, что «мокрый», и навесной фасады имеют свои преимущества и недостатки. Все зависит от конкретных условий и поставленных задач. Если объём располагаемых средств ограничен или умеренный срок службы до полной замены устраивает, мокрые фасады являются хорошим вариантом, но наиболее целесообразным для медицинского учреждения, возводимого за счёт бюджетных средств, является устройство навесного вентилируемого фасада. Поскольку данная система по техническим показателям является наиболее эффективной и практичной в эксплуатации, в дополнение ко всему вентилируемые фасады выгодны с точки зрения экономии на мелких и капитальных ремонтах.

Список литературы

1. СП 293.1325800.2017 «Системы фасадные теплоизоля- ционные композиционные с наружными штукатурными слоями. Правила проектирования и производства работ. [1]

2. ГОСТ 57984-2017 «Штукатурка для наружных и внут- ренних работ. Правила приготовления и нанесения» Дата введения: 23.11.2017 . [2]

3. СП 522.1325800.2023 «Системы фасадные навесные вентилируемые. Правила проектирования, производства работ и эксплуатации» Дата введения: 06.06.2024.[3]

4. ГОСТ Р 58154-2018 «Материалы подконструкций навесных вентилируемых фасадных систем» Дата введения: 01.01.2019.[4]

5. СП 293.1325800.2017 «Системы фасадные теплоизоляционные композиционные с наружными штукатурными слоями. Правила проектирования и производства работ». Дата введения: 01.01.2018.

6. Технониколь [Электронный ресурс] режим доступа: https://www.tn.ru/upload/iblock/7b4/twbsx20rtk9nw5fexznm00y22mdopd0o/Tekhlist-3.176_TEKHNOVENT-EKSTRA_RU_ru.pdf

7. Кутлияров Д.Н., Гарасюта А.В., Кутлияров А.Н. Энергосбережение в строительной индустрии в сборнике: современные проблемы инновационного развития науки. Казань. 2015. С. 69-71.

ОПЫТНЫЙ ОБРАЗЕЦ СМАРТ-ОКНА, ОСНАЩЁННОГО РЕШЕТЧАТЫМ ОПТИЧЕСКИМ ФИЛЬТРОМ

Оденбах И.А., канд. пед. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Для решения проблем обеспечения комфортного дневного освещения, температурного режима и инсоляции внутри помещений несколько десятилетий назад начали применять низкоэмиссионные теплосберегающие *е*-стёкла. В последние годы все шире используют смарт-окна на основе тонкоплёночных покрытий из хромогенных материалов. Светопропускание термохромных [1] и термотропных [2] смарт-окон изменяется в зависимости от температуры окружающей среды. Фотохромные [3] материалы реагируют на изменение интенсивности коротковолнового видимого и ультрафиолетового диапазона солнечного излучения. Светопропускание электрохромных [4, 5] смарт-окон можно дискретно или плавно регулировать изменением приложенного внешнего напряжения, что является их преимуществом, т. к. переключать режимы пропускания можно в любое время. С другой стороны, термохромные, термотропные и фотохромные окна не требуют управления режимами переключения, а функционируют автоматически при изменении условий окружающей среды. Все эти современные смарт-окна играют достаточно важную роль в повышении энергоэффективности зданий [6, 7] и являются одним из ключевых компонентов «умных домов».

Недостатками перечисленных смарт-окон являются невозможность углового регулирования светопропускания при изменении положения Солнца без дополнительного использования жалюзи, штор или других устройств перераспределения световых потоков, а также блокирование при активации хромогенного материала и переводе смарт-окна в «непропускающий» режим не только прямого солнечного излучения, но также отражённого и рассеянного излучения. Это снижает комфортность условий в помещении, т. к. его желательно защищать только от проникновения прямых солнечных лучей, пропуская рассеянный свет неба и свет, отражённый от окружающих зданий и поверхности земли. Однако этого нельзя достичь, когда активный хромогенный слой покрывает всю площадь окна равномерно. В качестве устройств углового регулирования светопропускания окна, кроме жалюзи, применяют различные тонкие плёнки с наклонной столбчатой микроструктурой [8, 9] и т. п.

Применяемые в разных областях оптики тонкоплёночные решёточные покрытия имеют периоды от субмикрометров у структурированных прозрачных диэлектриков [10] до субмиллиметров в длиннопериодных волоконных решётках [11, 12], и возникающие явления дифракции, дисперсии и т. п. описываются законами физической оптики. При применении в окнах рассматриваемые решётки имеют периоды порядка миллиметров и десятков

миллиметров и происходящими в них подобными явлениями можно пренебречь и рассматривать их в пределах геометрической оптики.

Данная статья посвящена экспериментальному подтверждению результатов расчёта геометрических параметров смарт-окон с решёточным оптическим фильтром [13, 14, 15, 16], которые позволяют регулировать светопропускание окна с учётом траектории движения Солнца относительно окна без использования жалюзи, штор и т. п. Устройство и принцип действия этого фильтра для окон с одинарным и двойным/тройным остеклением описаны в [13, 15]. Фильтр состоит из тонкоплёночных решёток на двух поверхностях одного или разных слоёв остекления, сформированных чередующимися параллельными непропускающими поглощающими, отражающими или рассеивающими и направленно пропускающими полосами.

Фильтры с поглощающими, отражающими или рассеивающими полосами возможно применять в окнах, которые не используют для просмотра через них наружного пространства, и в окнах на крыше, например, в световых фонарях. В других случаях непропускающие полосы предпочтительно изготавливать из термохромных, фотохромных, электрохромных и др. хромогенных материалов [1-5], чтобы их свойства проявлялись только при достижении определенных параметров окружающей среды или при приложении электрического напряжения. Технологически изготовление смарт-окна с тонкоплёночными решёточными покрытиями будет несколько затруднено из-за необходимости использования масок для формирования решёток. Это, а также применение хромогенных материалов, увеличат стоимость окна. Однако эти смарт-окна будут иметь новую функцию углового селективного светопропускания и частично или полностью блокировать прямое излучение в заданном угловом диапазоне в соответствующем положении Солнца и передавать отраженное и рассеянное излучение. Кроме того, окну не понадобятся шторы, жалюзи или другие устройства, что позволяет упростить оконную систему и этим самым снизить её стоимость, отказаться от ручного или автоматического регулирования положения ламелей жалюзи и т. д., улучшить внешний вид, ограничить воздействие пыли и других атмосферных явлений. Таким образом, коммерциализация этих смарт-окон зависит от множества экономических, эргономических, экологических и эстетических факторов.

Теоретические основы расчёта геометрических параметров решёток фильтра рассмотрены в [14, 16]. Такими параметрами являются угол наклона решёток фильтра на поверхностях окна, ширины пропускающих и непропускающих полос обеих решёток, и характеристический угол фильтра, определяющий сдвиг двух решёток друг относительно друга.

Оптимальные параметры фильтра рассчитываются путём минимизации направленного светопропускания окна в заданную дату и время суток с учётом азимута окна, широты и долготы здания, сезонного и суточного распределения интенсивности солнечного излучения в районе строительства [14, 16].

Оптимальный угол наклона решёток фильтра определяли в соответствии с алгоритмом, описанным в [14], на основе определения высот стояния и

азимутов Солнца в расчётную дату, например, в середину самого жаркого периода года или в день максимальной солнечной радиации, и последующей линейной аппроксимации траектории Солнца в выбранном интервале времени или построения касательной к траектории Солнца в выбранное время, например, во время максимальной солнечной радиации.

Для определения характеристического угла фильтра рассчитываются координаты следов точки падения солнечного луча на входную поверхность фильтра на его выходной поверхности [14, 16]. Далее определяли проекции следов точки падения на поверхность входной решётки на плоскость, перпендикулярную полосам решёток фильтра, при характеристическом угле и произвольных углах падения. Характеристический угол фильтра рассчитывали при анализе проекций этих углов падения на плоскость, перпендикулярную полосам решёток.

Ширины пропускающих и непропускающих полос решёток фильтра определяли при решении системы четырех уравнений [14, 16], которые были составлены на основе закономерностей изменения светопропускания фильтров, полученных в [13]. Значения ширин полос зависят от заданного среднего угла падения, при котором теоретический коэффициент светопропускания фильтра должен иметь среднее значение $\tau_{av} = 0,5 \cdot (\tau_{min} + \tau_{max})$, где τ_{min} и τ_{max} – заданные значения минимального и максимального теоретического коэффициента светопропускания без учёта поглощения и отражения при прохождении светового потока через решётки фильтра.

После определения оптимального угла наклона решёток, характеристического угла фильтра и ширин полос рассчитана теоретическая угловая характеристика фильтра. Чередующиеся области характеристики с постоянным минимальным и максимальным, а также с изменяющимся увеличивающимся или уменьшающимся коэффициентом пропускания рассчитаны, соответственно, по формулам [14, 16]:

$$\tau_{\min} = (c_1 - c_4)/(c_1 + c_2);$$
$$\tau_{\max} = c_3/(c_1 + c_2); \qquad (1)$$
$$\tau = (|\Delta| - 0.5c_2 + 0.5c_3)/(c_1 + c_2),$$

где c_1, c_2, c_3 и c_4 – ширины пропускающих и непропускающих полос входной и выходной решёток фильтра, соответственно; Δ – сдвиг между следами решёток фильтра на поверхности выходной решётки при характеристическом угле и произвольном угле падения, рассчитываемый [16] по формуле:

$$\Delta = \sqrt{x_{\min}^2 + y_{\min}^2}\cos\left[\gamma - \arctan\left(x_{\min}/y_{\min}\right)\right] - \sqrt{x^2 + y^2}\cos\left[\gamma - \arctan\left(x/y\right)\right], \qquad (2)$$

где x_{min}, y_{min}, x и y – координаты следов точки падения солнечного луча на входную поверхность фильтра на его выходной поверхности при характеристическом угле и произвольных углах падения, соответственно; γ – угол наклона решёток фильтра.

Значения скорректированного с учётом отражения и поглощения светопропускания τ_{cor} определяются через теоретический коэффициент пропускания света, рассчитанный по формулам (1):

$$\tau_{cor} = \tau\left(1 - 0.5\left\{\frac{\sin^2\left[\Theta - \arcsin\left(\sin\Theta/n\right)\right]}{\sin^2\left[\Theta + \arcsin\left(\sin\Theta/n\right)\right]} + \frac{\tan^2\left[\Theta - \arcsin\left(\sin\Theta/n\right)\right]}{\tan^2\left[\Theta + \arcsin\left(\sin\Theta/n\right)\right]}\right\}\right)^2 \exp\left(-\alpha_a s\sqrt{\frac{1+\sin^2\Theta}{n^2-\sin^2\Theta}}\right),$$

(3)

где Θ – угол падения солнечного луча на окно; α_a – натуральный коэффициент поглощения стекла, мм$^{-1}$; n – показатель преломления стекла; s – общая толщина слоёв остекления, мм. Формула (3) записана для одинарного остекления, для двойного и тройного остекления формулы отличаются тем, что показатель степени второго сомножителя в правой части равен 4 и 6, соответственно.

Для экспериментального подтверждения результатов расчёта оптимальных геометрических параметров фильтра была изготовлена модель смарт-окна с двойным остеклением с поверхностными решётками (рисунок 1). Решётки были сформированы путём приклеивания полос из черной поглощающей плёнки. Измерения освещённости были выполнены с помощью люксметра перед моделью окна и позади неё. Экспериментальный коэффициент светопропускания рассчитывался как отношение прошедшего и падающего значений освещённости.

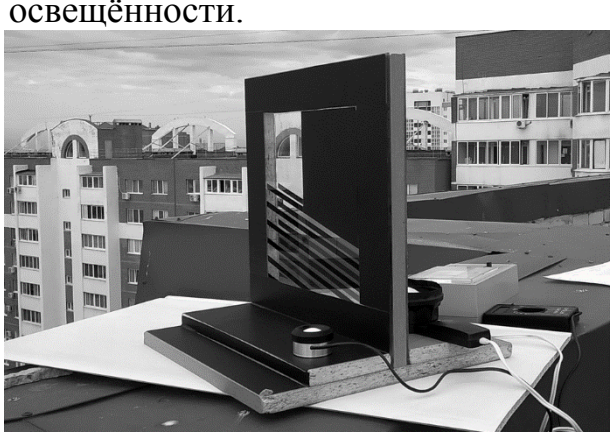


Рисунок 1 – Экспериментальная модель смарт-окна с решёточным оптическим фильтром

Эксперименты проводились в городе Оренбург, Россия (широта 51°46', долгота 55°06', GMT+05:00), 15 июня 2019 (день максимальной солнечной радиации в г. Оренбурге), с 6 ч. 49 мин. до 13 ч. 19 мин. Были определены соответствующие экспериментальной модели оптимальные параметры фильтра для окна с двойным остеклением с азимутом ориентации 120° и расстоянием между решётками 16 мм, чтобы обеспечить минимальное светопропускание окна в 11 ч. 30 мин. (время максимальной солнечной радиации в городе Оренбурге) 15 июня.

Расчёты проводились при заданных четырёх значениях среднего угла падения (23°; 19,807°; 13,233° и 0°) и двух вариантах заданных минимальных и максимальных теоретических коэффициентов светопропускания: τ_{min} = 0,45 и

τ_{max} = 0,7; τ_{min} = 0,15 и τ_{max} = 0,4. При расчётах получены следующие значения параметров фильтра: угол наклона решёток γ = 42°, характеристический угол фильтра Θ_c = 28,71°, ширины полос решёток c_1 = 6,4286; c_2 = 2,1429; c_3 = 6 и c_4 = 2,5714 мм (для среднего угла падения 19,807° и первой пары коэффициентов светопропускания) и c_1 = 11,25; c_2 = 3,75; c_3 = 6 и c_4 = 9 мм (для среднего угла падения 19,807° и второй пары коэффициентов светопропускания). При этом рассчитанные по формуле (3) скорректированные минимальные и максимальные коэффициенты светопропускания составили, соответственно: τ_{min} = 0,26 и τ_{max} = 0,45; τ_{min} = 0,09 и τ_{max} = 0,26. Экспериментальная модель была изготовлена с учётом всех этих параметров.

Теоретические характеристики фильтров, рассчитанные по формулам (1), представлены на рисунке 2. Области характеристик с минимальным коэффициентом пропускания уменьшаются с увеличением среднего угла падения. Из анализа рисунка 2 видно, что минимальный коэффициент светопропускания может быть достигнут в заданное время t_{min}, например, во время максимальной солнечной радиации, когда τ_{cormin} = 0 и τ_{min} = 0. Для этого ширины пропускающих и непропускающих полос двух решёток должны быть равны $c_2 = c_3$ и $c_1 = c_4$. Все характеристики в течение часов светового дня, когда Солнце находится в азимутальном секторе окна, имеют два ярко выраженных минимума светопропускания, второй из которых соответствует требуемому минимуму около времени максимального солнечного излучения. Первый, более длительный интервал времени с минимальным светопропусканием, наблюдается в утренние часы, когда температура и интенсивность коротковолнового диапазона солнечного излучения не достигают высоких значений, т. е. при применении хромогенных материалов термохромные, термотропные и фотохромные окна будут автоматически переключены в обесцвеченное пропускающее состояние, а электрохромные окна в это время могут также быть принудительно переключены в неактивное пропускающее состояние.

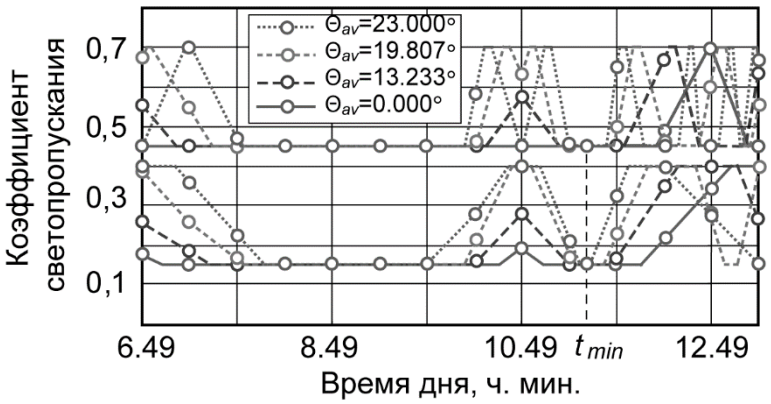


Рисунок 2 – Теоретические характеристики фильтров при разных средних углах падения и коэффициентах светопропускания

Расчётные, скорректированные и экспериментальные характеристики фильтров при среднем угле падения 19,807° и двух разных коэффициентах пропускания, указанных выше, представлены на рисунке 3. Расчётные

теоретические характеристики взяты из рисунка 2. Они скорректированы по формуле (3) с учётом отражения по формулам Френеля и поглощения по закону Бугера-Ламберта.

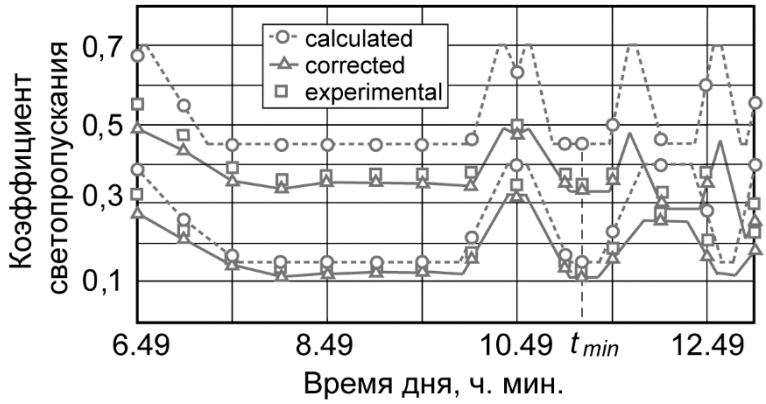


Рисунок 3 – Расчётные, скорректированные и экспериментальные характеристики фильтров при одном и том же среднем угле падения и разных коэффициентах светопропускания

Экспериментальные данные находятся в хорошем согласии со скорректированными теоретическими значениями коэффициентов светопропускания и полностью подтверждают результаты расчётов. Максимальное расхождение между скорректированными и экспериментальными характеристиками в 8,9 % наблюдается в 6 ч. 49 мин., когда углы падения солнечных лучей на окно достаточно большие. Среднее отклонение составляет 3,8 %.

Список литературы

1. Liang Z., Zhao L., Meng W., Zhong C., Wei S., Dong B., Xu Z., Wan L., Wang S. Tungsten-doped vanadium dioxide thin films as smart windows with self-cleaning and energy-saving functions // J. Alloy. Compd. 2017. Vol. 694. P. 124-131.

2. Kiruthika S., Kulkarni G.U. Energy efficient hydrogel based smart windows with low cost transparent conducting electrodes // Sol. Energy Mater. Sol. Cells. 2017. Vol. 163. P. 231-236.

3. Wu L.Y.L., Zhao Q., Huang H., Lim R.J. Sol-gel based photochromic coating for solar responsive smart window // Surf. Coat. Tech. 2017. Vol. 320. P. 601-607.

4. Ulrich S., Szyszko C., Jung S., Vergohl M. Electrochromic properties of mixed oxides based on titanium and niobium for smart window applications // Surf. Coat. Tech. 2017. Vol. 314. P. 41-44.

5. Cannavale A., Martellotta F., Cossari P., Gigli G., Ayr U. Energy savings due to building integration of innovative solid-state electrochromic devices // Appl. Energ. 2018. Vol. 225. P. 975-985.

6. Rezaei S.D., Shannigrahi S., Ramakrishna S. A review of conventional, advanced, and smart glazing technologies and materials for improving indoor environment // Sol. Energy Mater. Sol. Cells. 2017. Vol. 159. P. 26-51.

7. Casini M. Active dynamic windows for buildings: A review // Renewable Energy. 2018. Vol. 119. P. 923-934.

8. Jahan F., Smith G.B. Investigation of angular selective optical properties of silver/titanium oxide cermet thin films // Thin Solid Films. 1998. Vol. 333. P. 185-190.

9. Palmer S., Mbise G.W., Niklasson G.A., Granqvist C.G. Angular selective optical properties of thin films: Measurement of polar and azimuthal transmittance // Sol. Energy Mater. Sol. Cells. 1996. Vol. 44. P. 397-403.

10. Kiss B., Sipos Á., Újhelyi F., Dombi P., Osvay K. Grating fabrication in dielectric coatings by TWIN-LIBWE // 2011 Conference on Lasers and Electro-Optics Europe and 12th European Quantum Electronics Conference (CLEO EUROPE/EQEC). 2011. INSPEC Accession Number: 12237048.

11. Lee C.-L., Weng Z.-Y., Lin C.-J., Lin Y.Y. Leakage coupling of ultrasensitive periodical silica thin-film long-period grating coated on tapered fiber // Opt. Lett. 2010. Vol. 35. P. 4172-4174.

12. Zou F., Liu Y., Deng C., Dong Y., Zhu S., Wang, T. Refractive index sensitivity of nano-film coated long-period fiber gratings // Opt. Express. 2015. Vol. 23. P. 1114-1124.

13. Закируллин Р.С. Оптический фильтр с угловой селективностью светопропускания // Оптический журнал. 2013. Том 80 (8). С. 16-24.

14. Zakirullin R.S. Optimized angular selective filtering of direct solar radiation // J. Opt. Soc. Am. A. 2018. Vol. 35. P. 1592-1598.

15. Закируллин Р.С., Оденбах И.А. Оптимизированная угловая селективная фильтрация прямого солнечного излучения // Известия вузов. Строительство. 2018. № 10. С. 91-97.

16. Закируллин Р.С., Оденбах И.А. Смарт-окно с решеточным оптическим фильтром для динамического контроля дневного освещения // Известия вузов. Строительство. 2019. № 12. С. 96-107.

17. Закируллин Р. С., Оденбах И.А. Экспериментальная модель смарт-окна с решёточным оптическим фильтром // Известия вузов. Строительство. 2021. № 5. С. 87-96.

ГИБРИДНЫЕ ЭНЕРГОКОМПЛЕКСЫ - ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Попов А.В., Иванова А. П. д-р техн. наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Главной особенностью энергетики Российской Федерации считается неполный охват территории Единой энергетической системой. Это отражается на отдельных не вошедших в систему регионах, поэтому решение вопроса их энергообеспечения требует новых, перспективных направлений использования гибридных энергоустановок (работающих автономно).

Современное развитие электроэнергетики характеризуется активным внедрением возобновляемых источников энергии (ВИЭ), что обусловлено необходимостью снижения выбросов парниковых газов, диверсификации энергетических ресурсов, повышением энергетической независимости и устойчивостью энергосистем.

Рост доли ВИЭ сопровождается рядом технических и экономических вызовов, ключевым из которых является их стохастический и непредсказуемый характер генерации. В этих условиях особую актуальность приобретают гибридные энергокомплексы, позволяющие интегрировать различные источники энергии, системы накопления и интеллектуальные системы управления в единую энергосистему.

Гибридный энергокомплекс — это электроэнергетическая система, в которой совместно используются два и более источника энергии различной физической природы, объединённые общей системой управления и функционирующие на общую нагрузку или электрическую сеть[1].

Главной особенностью гибридных энергокомплексов является принцип взаимодополнения источников, позволяющий:

- компенсировать нестабильность генерации ВИЭ;
- снизить потребность в резервных мощностях;
- повысить надёжность и качество электроснабжения.

Основные компоненты гибридных энергокомплексов.

Гибридный энергокомплекс, как правило, включает:

- источники генерации (солнечные, ветровые, гидро- и другие).
- системы накопления энергии.
- силовую электронику и преобразовательные устройства.
- систему управления и мониторинга.
- нагрузку или точку присоединения к сети.

Комбинации возобновляемых источников энергии в гибридных системах:

1. Солнечно-ветровые системы:

- солнечные фотоэлектрические панели;

- ветроэнергетические установки.

Солнечно-ветровые гибридные системы являются наиболее распространёнными. Их эффективность основана на различии суточных и сезонных режимов работы: солнечная генерация максимальна днём и летом, а ветровая — часто ночью и в холодный период года. Такое сочетание снижает неравномерность выработки энергии и повышает надёжность электроснабжения [2].

2. Солнечно-гидроэнергетические системы:

- солнечные электростанции;
- малые гидроэлектростанции.

Данная комбинация обеспечивает высокую стабильность энергоснабжения, так как гидроэнергетика способна компенсировать колебания солнечной генерации. Особенно эффективна в районах с постоянным водотоком [3]. Гидроисточник может выполнять роль базовой генерации, а солнечный — дополнительной.

3. Ветро-гидроэнергетические системы:

- ветровые турбины;
- гидроэлектростанции малой и средней мощности.

Ветро-гидроэнергетические комплексы отличаются высокой надёжностью и применяются в регионах с развитым водным потенциалом [4]. Ветровая энергия дополняет гидроэнергию в периоды низкой водности, что позволяет сглаживать сезонные колебания выработки.

4. Солнечно-биоэнергетические системы:

- солнечные фотоэлектрические установки;
- биоэнергетические установки (биогаз, биомасса).

Биоэнергетика отличается возможностью управляемой генерации, что делает её хорошим дополнением к солнечной энергии [5]. Такая комбинация обеспечивает стабильное энергоснабжение и снижает зависимость от погодных условий.

5. Ветро-биоэнергетические системы:

- ветроэнергетические установки;
- биоэнергетические источники.

Ветро-биоэнергетические системы сочетают непостоянную ветровую генерацию с управляемым биоисточником. Это позволяет компенсировать периоды низкой ветровой активности и повышает надёжность энергоснабжения.

Комбинирование различных возобновляемых источников энергии позволяет компенсировать недостатки каждого отдельного источника, повысить надёжность и устойчивость энергоснабжения, а также создать основу для развития энергетики будущего. На рисунке 1, представлена круговая диаграмма, отражающая распределение наиболее распространённых типов гибридных энергокомплексов на основе возобновляемых источников энергии. Данные основаны на анализе современных научных публикаций и обзоров в

области гибридных ВИЭ-систем и используются в учебных и презентационных целях:

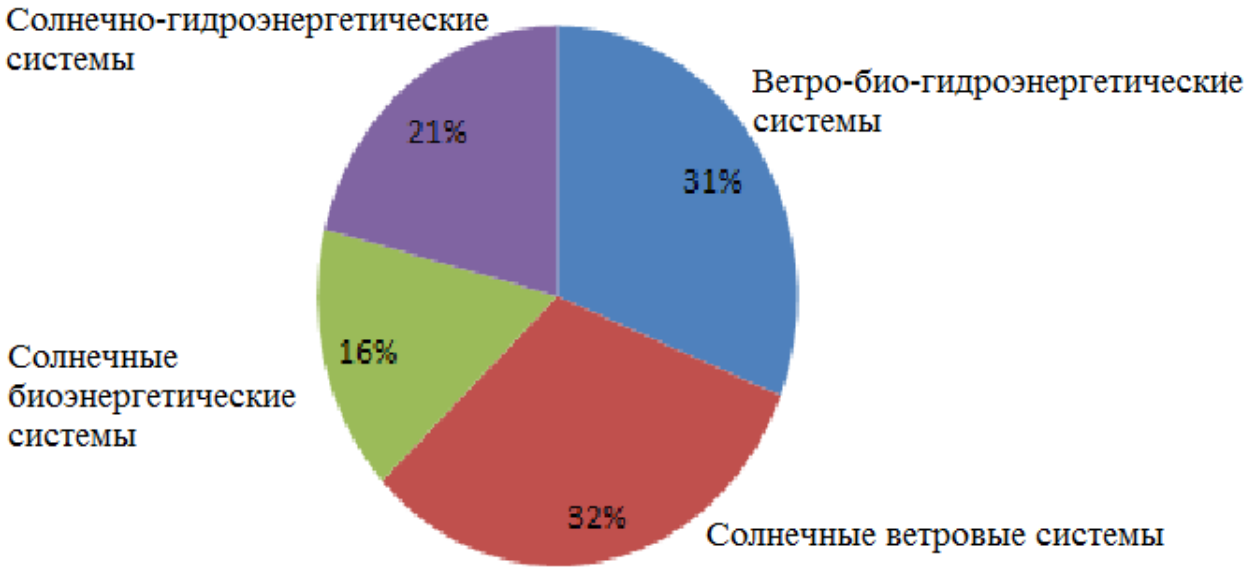


Рисунок 1 — Распределение типов гибридных энергокомплексов на основе возобновляемых источников энергии.

Современная микросеть базируется на нескольких источниках энергии завязанных на системы хранения и накопления, при этом является мелкомасштабным производителем и распределителем электроэнергии. Наблюдаются тенденции постоянного повышения спроса на электроэнергию, что требует надежности работы энергосистем и оптимизации затрат на них. Одним из направлений решения этих задач является применение микросетей с их интеграцией во внешнюю сеть [6].

Роль гибридных энергокомплексов в современной электроэнергетике.

Гибридные энергокомплексы на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) представляют собой интегрированные системы, объединяющие два и более источника генерации (солнечную, ветровую, гидроэнергетику, биоэнергетику), а также системы накопления энергии и интеллектуальные средства управления. Их главная роль в электроэнергетике обусловлена необходимостью повышения устойчивости и надёжности энергоснабжения в условиях роста доли ВИЭ в энергобалансе.

Одной из главных функций гибридных энергокомплексов является компенсация неравномерности выработки электроэнергии, характерной для отдельных возобновляемых источников. Например, совместное использование солнечной и ветровой энергии позволяет сглаживать суточные и сезонные колебания генерации, поскольку пики их выработки, как правило, не совпадают. Включение гидроэнергетических и биоэнергетических установок

обеспечивает возможность управляемой генерации, что особенно важно для покрытия пиковых нагрузок.

Гибридные энергокомплексы играют важную роль в децентрализации электроэнергетики, способствуя развитию распределённой генерации, микросетей и автономных энергосистем. Это особенно актуально для удалённых и труднодоступных регионов, где строительство традиционной сетевой инфраструктуры экономически нецелесообразно. Кроме того, такие системы повышают энергетическую безопасность за счёт снижения зависимости от ископаемых видов топлива и импорта энергоресурсов.

Преимущества гибридных энергокомплексов:

К основным преимуществам гибридных энергокомплексов относятся следующие:

- Повышение надёжности энергоснабжения:

Комбинирование различных источников энергии снижает вероятность дефицита мощности, связанного с неблагоприятными погодными условиями или сезонными факторами.

- Стабилизация параметров электроэнергии:

Использование нескольких источников генерации и систем накопления энергии способствует поддержанию стабильного напряжения и частоты в электрических сетях.

- Повышение энергетической эффективности:

Оптимизация режимов работы различных источников позволяет более полно использовать доступные энергетические ресурсы и снижать потери электроэнергии.

- Экономическая целесообразность:

Гибридные системы уменьшают потребность в резервных дизельных или газовых установках, снижают эксплуатационные расходы и обеспечивают более прогнозируемую стоимость электроэнергии в долгосрочной перспективе.

- Экологические преимущества:

Снижение выбросов парниковых газов и вредных веществ делает гибридные энергокомплексы важным инструментом перехода к низкоуглеродной энергетике.

- Гибкость и масштабируемость:

Модульная структура гибридных энергокомплексов позволяет адаптировать их под конкретные условия эксплуатации и поэтапно наращивать установленную мощность.

Значение для будущего развития энергетики.

В условиях глобального энергетического перехода гибридные энергокомплексы рассматриваются как один из важных элементов устойчивой электроэнергетики. Их внедрение способствует интеграции возобновляемых источников энергии в энергосистемы различного уровня — от локальных автономных объектов до национальных энергосетей. Таким образом, гибридные энергокомплексы обеспечивают баланс между экологической

эффективностью, экономической устойчивостью и надёжностью электроснабжения.

Применение гибридных энергокомплексов обеспечивает интеграцию различных возобновляемых источников энергии — солнечной, ветровой, гидро- и биоэнергетики — в рамках единой управляемой системы. Такой подход позволяет использовать эффект взаимодополнения источников, при котором снижение выработки одного вида генерации компенсируется повышением мощности другого. В результате достигается более стабильное и надёжное электроснабжение, что имеет принципиальное значение, как для автономных потребителей, так и для сетевых энергосистем с высокой долей ВИЭ.

Важную роль в функционировании гибридных энергокомплексов играют системы накопления энергии и интеллектуальные системы управления. Они обеспечивают балансировку нагрузки, повышение качества электроэнергии и адаптацию режимов работы комплекса к изменяющимся условиям внешней среды и потребления. Это делает гибридные энергокомплексы не просто совокупностью источников генерации, а высокоорганизованными энергетическими системами, соответствующими концепции интеллектуальных электрических сетей. В совокупности это определяет высокую научную и практическую значимость гибридных энергокомплексов в контексте долгосрочного развития мировой и национальной энергетики.

Важным аспектом при проектировании приборов и систем в электротехнике является обеспечение эффективной работы устройств. Это включает в себя оптимизацию расхода энергии, повышение коэффициента мощности, обеспечение безопасности при эксплуатации, а также использование современных технологий и инструментов для эффективного управления энергией и ресурсами [7].

В зависимости от предъявляемых требований и установленных критериев, параметры гибридной энергетической системы могут быть оптимизированы. Применение автономных гибридных энергокомплексов позволит снизить зависимость от традиционных видов топлива для наиболее локально-удаленных регионов.

Список литературы

1. Лукутин Б.В. Распределённая генерация и интеллектуальные электрические сети. Б.В. Лукутин, Е.Б., А.В. Ковалёв — Томск: Изд-во ТПУ, 2019.

2. Савельев А.А., Громов А.В. Возобновляемые источники энергии и их интеграция в энергосистемы. — М.: МЭИ, 2020.

3. Кобец Б.Б., Волкова И.О. Инновационное развитие электроэнергетики. — М.: ИД «Энергия», 2016.

4. Журавлёв В.И., Кузнецов Н.П. Системы электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии. — СПб.: Политех-пресс, 2019.

5. Дорохин А.М., Иванова А.П. Новые возможности генерации электроэнергии-живая энергетика. В сборнике: Университетский комплекс как

региональный центр образования, науки и культуры. сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции. Оренбург, 2023. С. 1086-1090.

6. Муллаянов Р.И., Иванова А.П. Интеграция возобновляемых источников энергии в микросеть. В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. материалы Всероссийской научно-методической конференции, посвященной 70-летию Оренбургского государственного университета. Оренбург, 2025. С. 1182-1186.

7. Дербенева В.А., Иванова А.П. Проектирование приборов и систем в электротехнике.В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции. Оренбург, 2024. С. 1153-1155.

ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ПАНЕЛЬНЫХ ЖИЛЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

Попова А.В., Гарипов В.С., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В настоящее время при строительстве панельных жилых многоквартирных домов возникает вопрос о подборе башенного крана, так как этажность застройки растёт, соответственно возникает необходимость определения возможности монтажа таких домов исходя из имеющихся в строительных организациях башенных кранов.

На выбор башенного крана влияет:

- высота возводимого здания;
- размеры в плане возводимого здания;
- конфигурация здания: П-образное, прямоугольное, квадратное;
- стеснённость городской застройки, невозможность установить кран с какой-либо стороны здания или установка возможна лишь одного крана с одной стороны здания;
- масса монтируемых панелей.

Высота возводимого здания ограничивается архитектурными, градостроительными и конструктивными факторами [1]. При высоте здания более 52 м (к примеру 17-этажное здание) применять рельсовые башенные краны становиться затруднительно, т.к. в этом случае применяется стрела установленная под углом 30º, из-за чего значительно уменьшается вылет и, соответственно, рабочая зона крана, а также грузоподъемность.

Соответственно единственным решением будет применять стационарные башенные краны, причём свободностоящими они могут быть при монтаже до высоты ≈ 60 м, при большей высоте необходимо применять крепление крана к зданию начиная с высоты 40 м и далее через интервал указанный в паспорте крана, причём здание должно быть рассчитано на дополнительные, крановые нагрузки [2].

Варианты решения проблемы:

- на стадии разработки рабочей документации необходимо некоторые стеновые панели и панели перекрытий делить на две и более части, особенно это актуально для угловых панелей стен и панелей перекрытий, расположенных у основных осей зданий и наиболее удаленных от монтажного крана;
- выбор башенного крана большей грузоподъёмности;
- монтаж панелей здания производить двумя и более кранами, расположенными с разных сторон здания.

Основными характеристиками башенного крана являются:

- тип крана: рельсовый, стационарный свободностоящий и с креплением к возводимому зданию;

- грузоподъёмность;
- высота подъёма;
- вылет крюка крана.

Подобрать марку крана по грузоподъёмности и высоте подъёма недостаточно, так как с увеличением вылета крюка на определённом расстоянии от оси поворота башни крана его грузоподъёмность начинает значительно падать, см. рисунок 1 (грузовысотные характеристики крана, далее – ГВХ).

Рисунок 1 - График грузоподъёмности крана КБМ-401П

Выбор башенного крана производится в два этапа:

1) Подбирают типы и марки кранов по техническим характеристикам, отвечающим предъявляемым требованиям;

2) Определяют наиболее выгодный вариант по наличию в строительно-монтажной организации или стоимости аренды машино-часа.

Выбор башенных кранов по техническим параметрам проще всего производить аналитическим способом: путем определения грузоподъемности крана $Q_к$ (т), высоты подъема стрелы H_c (м) и вылета стрелы L (м) по формулам

$$Q_к \geq q_э + q_т + q_м + q_y; \quad (1)$$

$$H_с \geq H_м + h_o + h_э + h_т + h_п; \quad (2)$$

$$L \geq B + f + f` + d + R_{з.г}, \quad (3)$$

где $q_э$ – масса элемента;

$q_т$ – масса такелажных устройств (строп, траверс);

$q_м$ – масса монтажных приспособлений (подмостей, стремянок);

$q_у$ – масса элементов усиления;

$H_м$ – высота монтажного горизонта, считая от уровня головки рельса рельсового пути крана, см. рисунок 2;

h_o – высота подъема элемента над опорой, равна 0,5 м;

$h_э$ – высота (толщина) монтируемого элемента;

$h_т$ – высота (длина) такелажного приспособления (строп);

$h_п$ – высота полиспаста, равна 2 м;

В – ширина здания в осях или половина ширины здания при работе кранов с двух сторон;

$f, f^{`}$ - расстояния от осей до выступающих частей здания;

d – расстояние между выступающей частью здания и хвостовой частью крана при его повороте, принимаемое равным 1 м;

$R_{з.г}$ – задний габарит крана (паспортная характеристика).

При ширине прямоугольного в плане здания более 20 м необходимо применять два крана, устанавливаемых с двух противоположных, наиболее длинных сторон здания, это следует из ГВХ кранов на рельсовом ходу.

Таблица 1 – Технические характеристики наиболее применяемых в г. Оренбурге башенных кранов

Модель крана	Тип	Макс. грузо-подъемность	Вылет макс., м	Высота подъема крюка для свободностоящего крана, м	Высота до крюка кранов с креплением к зданию, м	Грузовой момент, т-м
КБМ-401П	рельсовый	10 т	30–35	до 58,4	-	160-180
КБ-408.21	рельсовый	10 т	40	до 72,7	-	160-200
КБ-474/ КБ-474А	стационарный	8 т	55	до 74	до 174	132-164
Zoomlion TC7520-16 (и аналоги)	стационарный	12-16 т	70-75	до 60-80	до 200+	1000-1400

Характеристики грузоподъёмности в зависимости от вылета стрелы (ГВХ) для рассматриваемых кранов, см. рисунки 3-5.

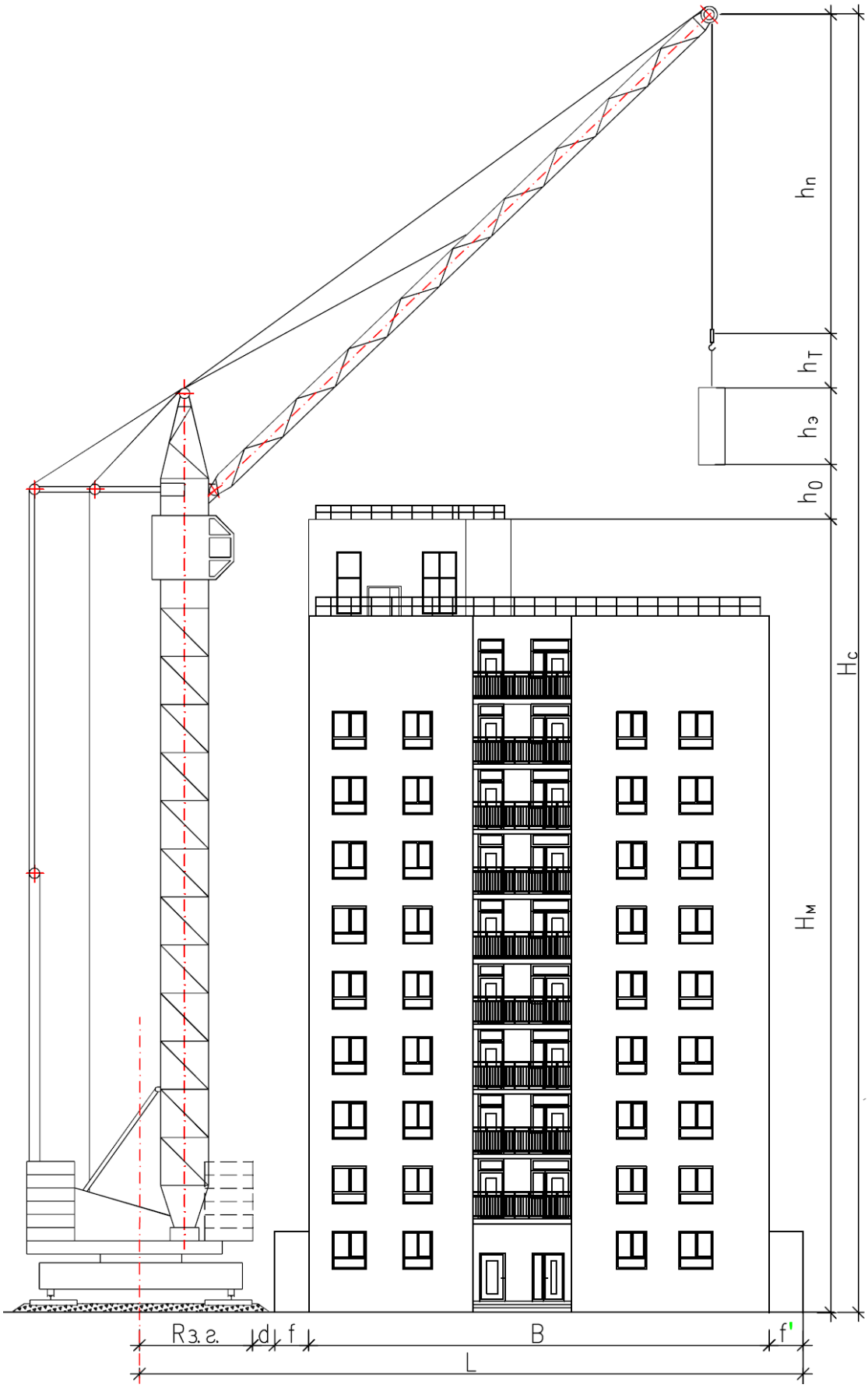


Рисунок 2 – Требуемые размеры, при выборе башенного крана

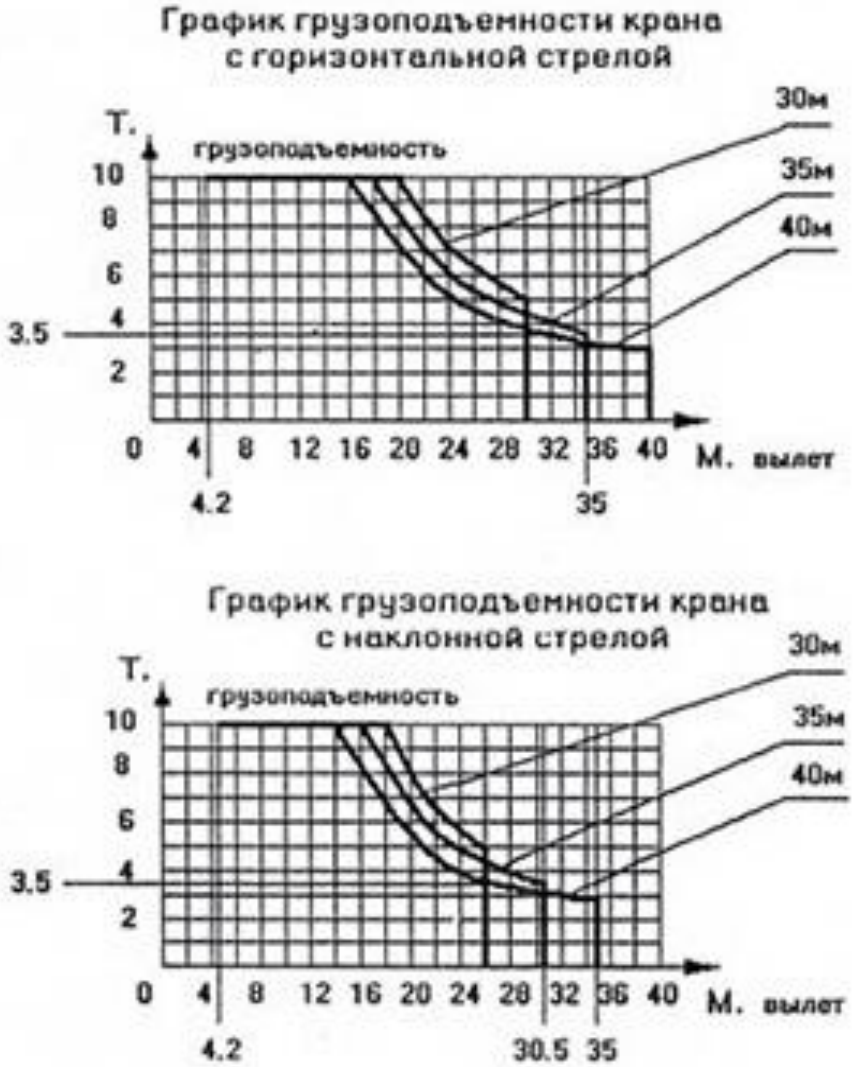


Рисунок 3 - График грузоподъёмности крана КБ-408.21

Рисунок 4 - График грузоподъёмности крана КБ-474 / КБ-474А

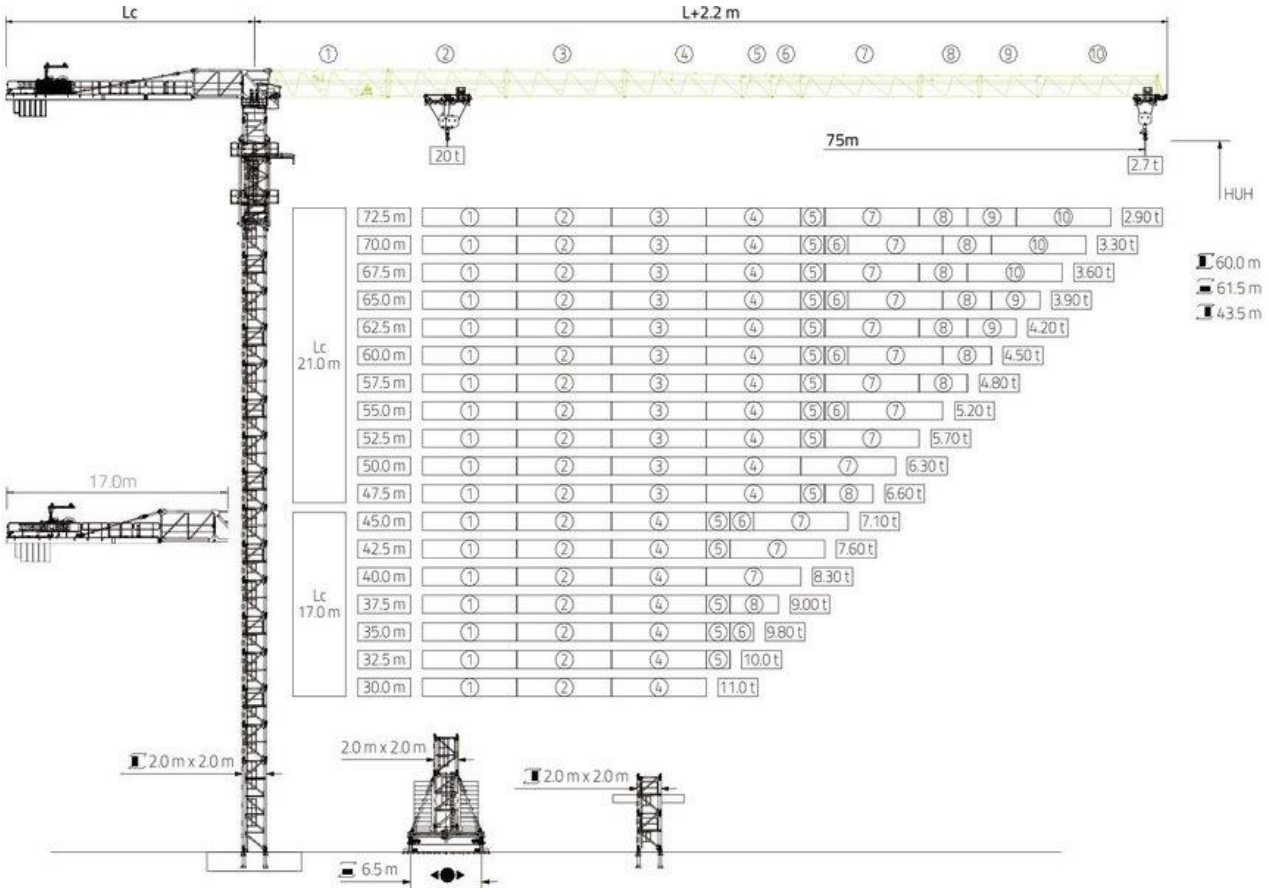


Рисунок 5 - График грузоподъёмности крана Zoomlion TC7520-16

На представленных графиках наглядно видно резкое снижение грузоподъёмности с увеличением вылета более 20 м, что и является основной причиной ограничений по ширине здания при монтаже с одной стороны.

Таблица 2 - График зависимости максимальной ширины здания (м) от массы монтируемых панелей

Масса панели, т	КБМ-401П (рельсовый)	КБ-408.21 (рельсовый)	КБ-474/КБ-474А (стационарный)	Zoomlion (стационарный)
3,0	29	24,5	33,5	66
4,0	25	20	28,5	58,5
5,0	22	18	23,5	51
6,0	18	16	19	46
7,0	15	14	17	41
8,0	13	13	-	36
8,5	9	12	-	33,5
9,0	10	12	-	31
10,0	-	-	-	26

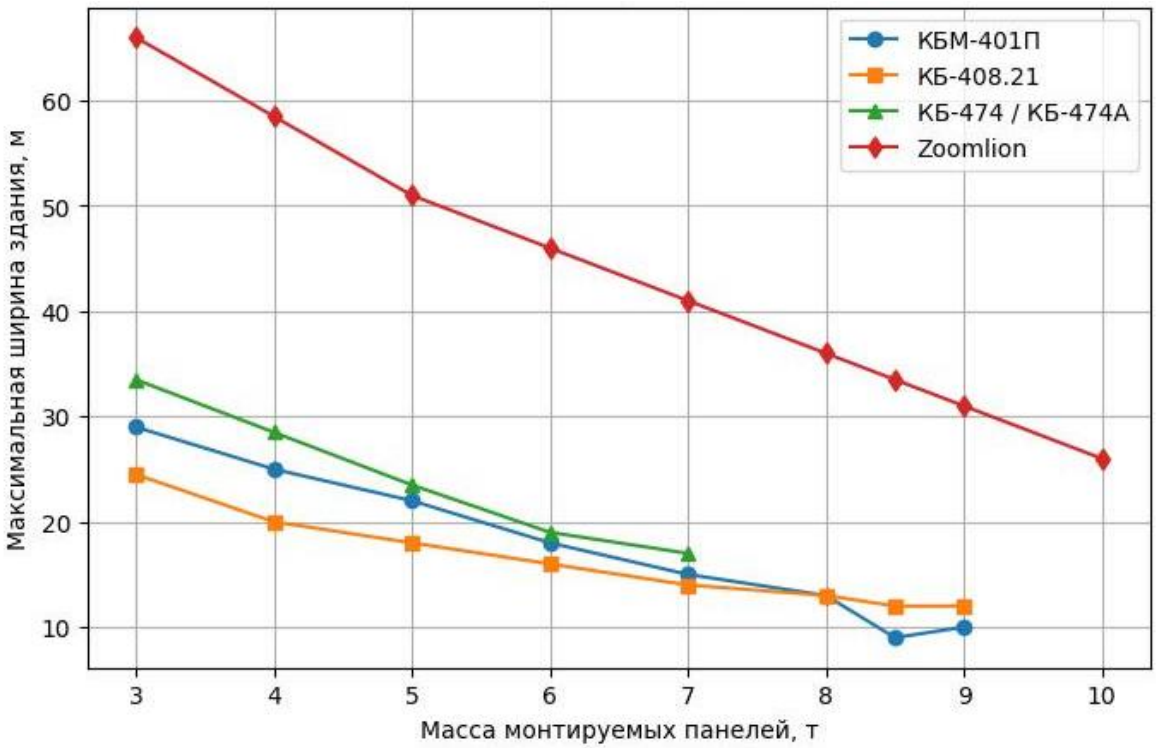


Рисунок 6 - Зависимость максимальной ширины здания от массы монтируемых панелей

Если поставить граничное условие по массе, например 7,5 т, то исходя из ГВХ рассмотренных башенных кранов возможно смонтировать здание шириной не более:

- КБМ-401П - не более 14 м [5];
- КБ-408.21 - не более 14 м [4];
- КБ-474 - не более 16,5 м [3];
- Zoomlion TC5720-16 - не более 38 м [6].

И наоборот, если поставить граничное условие на монтаж здания шириной 22 м (как у жилого дома №8 в ЖК «Новое Оренбуржье» – ширина корпуса ≈ 21,6-22,4 м, высота ≈ 75 м, 25 этажей), то масса элементов должна быть не более:

- КБМ-401П - 5,0 т;
- КБ-408.21 - 3,5 т;
- КБ-474 - 5 т;
- Zoomlion TC5720-16 - 12 т.

Указанные размеры рассчитывались с условием, что для стационарных кранов расстояние от оси вращения башни до здания применялось 4,0 м, для рельсовых не мнее 6,0 м, согласно требованиям [7].

Для жилого дома №8 в ЖК «Новое Оренбуржье» (179 квартир, 26 этажей, наружные стеновые панели толщиной 150–220 мм, масса наиболее тяжёлых элементов до 7,8–8,2 т) идеально подходит кран Zoomlion TC5720-16 с поэтажным креплением к зданию. При вылете 37,5 м он сохраняет грузоподъёмность 9,0 т, что с запасом перекрывает массу всех монтируемых панелей и даёт возможность монтировать здание с одной стороны без деления

панелей стен и перекрытий и без применения второго крана.

Для панельных домов до 16–18 этажей и шириной до 14 м при массе панелей до 7,5 т вполне достаточно одного рельсового крана КБ-408.21 или КБМ-401П, устанавливаемого с одной стороны здания.

При возведении зданий высотой 20–26 этажей (высота 70–80 м) и шириной не более 20 м в условиях стеснённой городской застройки наиболее рациональным решением остаётся деление панелей стен и перекрытий, на стадии разработки рабочего проекта, таким образом, чтобы масса их не превышала 4,5 т или применять стационарные краны большой грузоподъемности, более 12,0 т с креплением к зданию, но в этом случае длина здания (количество блок-секций) тоже будет ограничена или необходимо примененять одновременно несколько стационарных кранов.

На стадии разработки рабочего проекта, раздела марки КЖ, следует учитывать график зависимости ширины здания от массы панелей для всех кранов, имеющихся в парке строительно-монтажной организации. Это позволит своевременно принять решение о необходимости деления панелей, усиления конструкций здания под крепление крана или применения дополнительного крана.

Таким образом, правильный выбор башенного крана должен производиться не по «паспортной» грузоподъёмности, а по графику грузоподъёмности и вылета крюка крана с учётом конкретной ширины здания и массы монтируемых элементов. Именно такой подход позволяет избежать простоев, перерасхода средств и гарантирует возможность монтажа панельного дома любой этажности в условиях современной городской застройки.

Список литературы

1. СП 335.1325800.2017. Крупнопанельные конструкции зданий. Правила проектирования. — М. : Минстрой России, 2017. — 48 с.

2. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : федер. закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ. — М. : Официальное издание, 2009. — 10 с.

3. Паспорт башенного крана КБ-474 / КБ-474А. — [Б.м.] : ООО «Строймаш», [б.г.]. — 50 с.

4. Паспорт башенного крана КБ-408.21. — [Б.м.] : Ржевский краностроительный завод, [б.г.]. — 45 с.

5. Паспорт башенного крана КБМ-401П. — [Б.м.] : Нязепетровский краностроительный завод, [б.г.]. — 40 с.

6. Паспорт башенного крана Zoomlion TC7520-16. — [Б.м.] : Zoomlion Heavy Industry Science & Technology Co., Ltd, [б.г.]. — 55 с.

7. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения: утв. приказом Ростехнадзора от 26.11.2020 № 461. — М. : Нормативные акты, 2020. — 120 с.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОСТРАНСТВА ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Рахимова О.Н., канд. пед. наук
Кумертауский филиал ОГУ

Исследование обращено к актуальной проблеме, обусловленной трансформацией организационно-технологического моделирования реконструкции пространства высших учебных заведений. Цель исследования: обоснование способности интегрировать вариативность стилей для решения комплексных задач моделирования реконструкции внутреннего пространства образовательных учреждений.

Организационно-технологическое моделирование – процедура, позволяющая осмыслить культуру внутреннего пространства, подобрать рациональные альтернативы технологических процессов для реконструкции ВУЗов. В основу исследуемого моделирования входят структурные и функциональные компоненты. На этапе технологического проектирования, дифференцируются рабочие операции, их взаимосвязи, описываются пространственные характеристики ресурсно-технологических модулей функциональной модели. Простые технологические процессы формируют концепцию пространственно-технологической модели [1].

Рисунок 1 – Схема разделения прототипа организационно-технологического моделирования

В контексте высшего учебного заведения рассматриваются характеристики производства работ: регрессия выполнения технологических операций по организации учебного пространства, соблюдения комплекса мероприятий по технике безопасности и энергосбережению. Идентифицируем отдельные стадии организационно-технологического моделирования: генерирование реестра технологических процессов и архитектурной формы, структурирование ресурсно-технологических модулей, компоновка регламента работ, экспертиза эффективности технологических процессов, учет требований нормативной и законодательной базы.

Методика разделения прототипа организационно-технологического моделирования апробируется на примере образовательного пространства Кумертауского филиала ОГУ.

Рисунок 2 – Схема поэтапного ведения работ на примере дизайн-проекта внутреннего пространства учебного корпуса №7

На этапе постановки задачи детализируются условия и сроки сдачи проекта, формируются рамки для концептуального творчества. Инструментом для проектирования становится теоретическая база. Анализ и исследование специализированной литературы, аналогичных проектных решений – это аналитический отбор. Суть идеи раскрывают эскизы дизайн-проекта и его демонстрация. Исследуемая последовательность поэтапного ведения работ позволило содержательно разработать концепцию учебного пространства корпуса №7, Кумертауского филиала ОГУ, руководствуясь техническим заданием от заказчика.

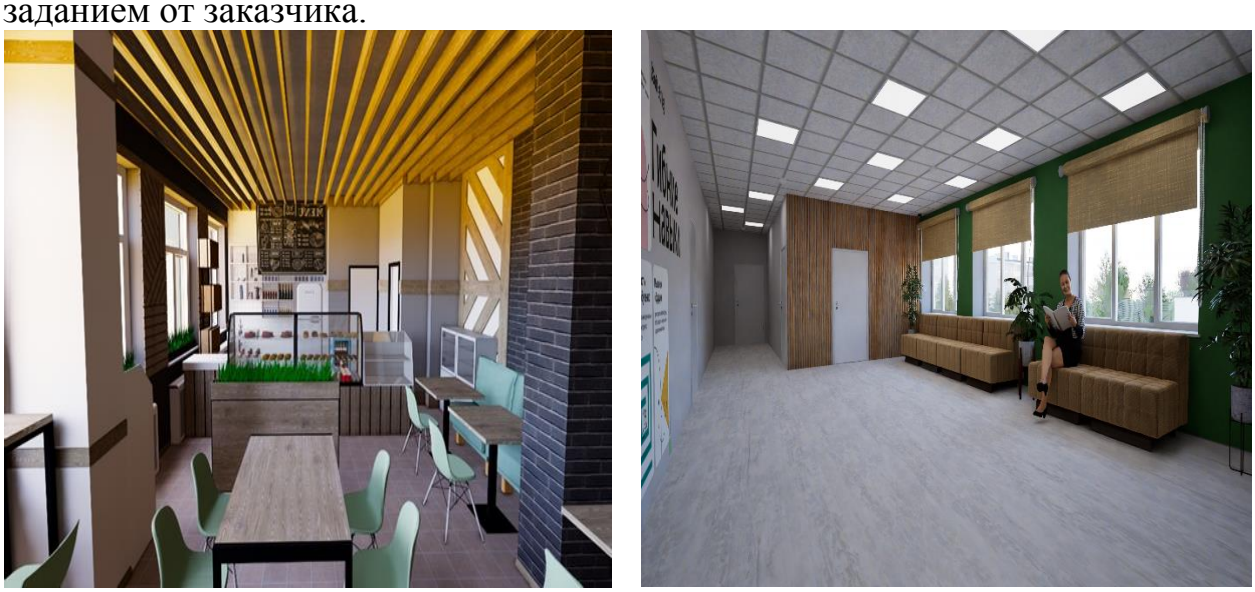


Рисунок 3 – Концепция учебного пространства корпуса №7

Рисунок 4 – Концепция учебного пространства корпуса №7

Сделана ставка на пространство, удобное и современное. Важным элементом выступают акценты: цветовые решения, экологичные материалы, декоративные элементы, разнообразные формы и текстуры. Функционал образовательного пространства выступает неотъемлемой ядром, но не исключает вариативность его использования. В ходе зонирования приняты во внимание ежедневные потребности обучающихся и преподавателей [2].

Изучение эволюции организационно-технологического моделирования реконструкции пространства высших учебных заведений демонстрирует нам связи между предметным миром и социальной средой, между формальными и содержательными парадигмами в философии образовательной комфортной среды. Индивидуальные черты стилевого решения организационно-технологического моделирования ситуации выбора способа реконструкции пространства высших учебных заведений позволяют выделить индивидуальные проектные решения. Потенциал исследуемой проблемы выходит за рамки одного образовательного учреждения.

Список литературы

1. Кузнецов С.М., Круглов А.И., Легостаева О.А., Кузнецова К.С. Моделирование организационно-технологических решений в строительстве. Москва, Берлин ISBN: 978-5-4475-6032-4, 2016. 95 с.

2. Шимко В.Т. Архитектурно-дизайнерское проектирование. Основы тории (средовой подход). Москва: Архитектура – С; 2009. 408 с.

3. Ясвин В.А. Образовательная среда: от моделирования к проектированию. — М.: Смысл, 2001. — 365 с.

4. СП 278.1325800.2024 Свод правил. Здания образовательных организаций высшего образования. Правила проектирования.

5. Градостроительный кодекс РФ от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 24.06.2025).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Рысаева Д.Р., Украинченко Д.А., канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Температурные воздействия представляют собой одну из важнейших категорий нагрузок, которые необходимо учитывать при проектировании строительных конструкций. Под воздействием высокой температуры все материалы изменяют свои свойства, что приводит к возникновению температурных деформаций и напряжений.

Актуальность данной проблемы обуславливается тем, что современное строительство сталкивается с необходимостью обеспечения безопасности и долговечности зданий в условиях высоких температурных воздействий. Повышенные температуры могут существенно влиять на механические свойства материалов, что требует глубокого анализа для разработки более устойчивых конструкционных решений. В условиях увеличивающихся природных и техногенных катастроф изучение поведения строительных элементов при высоких температурах приобретает особую важность для повышения надежности и безопасности объектов. Кроме того, результаты такого исследования способствуют совершенствованию нормативных требований и развитию технологий, обеспечивающих сохранение эксплуатационных характеристик конструкций при воздействии высоких температур, что делает выбранную тему очень значимой и своевременной для научной и практической деятельности в области строительства.

Целью данной работы является – оценка изменения свойств строительных конструкций под воздействием высоких температур и эффективности способов огнезащиты.

В зависимости от типа горящего материала, условий воздухообмена и геометрии помещения, пожары могут иметь различные температурные режимы. Обычно выделяют несколько основных режимов, которые используются при расчетах и испытаниях на огнестойкость:

а) Стандартный (целлюлозный) режим: наиболее распространенный режим, используемый для испытаний большинства строительных конструкций. Температура в печи достигает 500-600°C в первые 10 минут и может превышать 900°C через час, имитируя горение твердых материалов (дерево, бумага) в обычных зданиях.

б) Углеводородный режим: характеризуется более быстрым нарастанием температуры и более высокими пиковыми значениями (свыше 1000-1100°C в течение нескольких минут), имитирует горение нефтепродуктов и других легковоспламеняющихся жидкостей на промышленных объектах или в туннелях.

в) Режимы наружного пожара: относятся к открытому горению вне помещений [1].

При производстве строительных конструкций используются различные материалы, которые можно классифицировать по их горючести. Это важно учитывать при проектировании зданий и сооружений, так как от этого зависит их безопасность и устойчивость к огню. Основные типы материалов: железобетон, сталь и дерево.

Горючие материалы – это материалы, которые способны воспламеняться и гореть под воздействием источника тепла. Их горючесть может быть различной, от легковоспламеняющихся до материалов, требующих длительного воздействия высокой температуры для возгорания.

Негорючие материалы – это материалы, которые не воспламеняются, не способны к горению и не поддерживают горение в условиях воздействия огня. Они играют ключевую роль в обеспечении пожарной безопасности зданий [2].

На примере торгового комплекса, расположенного на проспекте Победы, города Оренбурга можно наблюдать разрушение несущих конструкций под воздействием пожара.

Рисунок 1 - Последствия пожара торгового центра г. Оренбурга
(фрагмент разрушения несущих конструкций)

Рисунок 2 - Последствия пожара торгового центра
г. Оренбурга (фрагмент обрушения конструкций покрытия)

При выборе строительных материалов необходимо учитывать их горючесть, так как это напрямую влияет на безопасность зданий и сооружений. Железобетон и сталь, будучи не горючими, обеспечивают надежность и долговечность конструкций, в то время как использование древесины требует дополнительных мер по обеспечению пожарной безопасности. Важно разрабатывать проекты с учетом всех факторов, включая свойства материалов, для обеспечения требований пожарной безопасности.

Если говорить про железобетонные изделия, то наиболее распространенными изгибаемыми элементами являются плиты и балки.

Плиты в зданиях выполняют одновременно ограждающие и несущие функции. В зависимости от места расположения плиты имеют различные предельные состояния по огнестойкости. Для плит покрытий предельным состоянием по огнестойкости является только потеря несущей способности. Для плит перекрытий предельным состоянием может быть потеря несущей способности или потеря целостности.

Многочисленные испытания показали, что предельным состоянием огнестойкости для большинства плит перекрытий является предельное состояние по потере несущей способности, а другие предельные состояния не успевают полностью проявиться за кратковременный период действия пожара.

Наибольшую опасность при воздействии высоких температур представляют собой утепленные стеновые ограждающие конструкции.

Обрушение ограждающих конструкций при воздействии высоких температур происходит за счет исчерпания несущей способности ее несущих элементов, а также соединений элементов конструкций между собой и с несущими конструкциями покрытия или каркаса здания.

Стальные мембраны относятся к конструкциям, у которых при нагреве происходит уменьшение усилий до 1/10 – 1/15 ее пролета в результате температурного расширения и температурной деформации ползучести стали.

Поэтому огнестойкость стальной мембраны составляет 0,75-1 ч. Наиболее уязвимым элементом мембранного покрытия является его опорный контур. Прогиб мембраны, образовавшийся во время нагрева, зачастую является необратимым, т.е. после охлаждения конструкции, он практически не исчезает. [3]

Классификация по характеру воздействия на конструкции включает:

1) Открытое горение (температура пламени) - это прямое воздействие открытого пламени на поверхность конструкции. Температура пламени обычно очень высокая (для твердых веществ 1000-1250°C, для газов 1200-1350°C), что приводит к быстрому нагреву и повреждению материала.

Температура в зоне открытого пламени является одной из самых высоких и может достигать:

- 1200–1350 °C для горючих газов;
- 1100–1300 °C для жидкостей (нефтепродуктов);
- 1000–1250 °C для твердых веществ (древесина, полимеры).

Характер воздействия: высокая интенсивность теплового потока приводит к быстрому нагреву, обугливанию (для дерева), деформации (для металла) и поверхностному разрушению материала.

2) Струйное воздействие - это воздействие высокотемпературного потока продуктов горения (горячего газа, пламени), направленного локально на определенную часть конструкции (например, на балку или колонну). Такое воздействие может привести к быстрому локальному перегреву и потере несущей способности элемента.

Температуры в струе могут быть сопоставимы с температурами открытого горения, иногда даже превышая стандартные режимы (например, в случае факельного горения на промышленных объектах).

Характер воздействия: локальный перегрев конкретного участка конструкции. Энергия концентрируется на небольшой площади, что может вызвать быструю потерю несущей способности элемента (например, колонны или балки) в месте контакта, даже если остальная часть конструкции остается относительно холодной.

3) Объемное (среднеобъемное) воздействие характерно для пожаров внутри помещений, когда вся газовая среда в помещении нагревается до высокой температуры. Температура при этом режиме ниже, чем в открытом пламени (обычно от 400°C до 800°C и более), но воздействию подвергается значительная площадь поверхности конструкций.

Температуры при объемном пожаре ниже, чем в открытом пламени, но распределены по большей площади. Они могут варьироваться от 400°C до 800°C и выше, в зависимости от вентиляции и пожарной нагрузки.

Характер воздействия: равномерный (или относительно равномерный) нагрев всех внутренних поверхностей помещения. Воздействие длительное, что способствует глубокому прогреву материала.

4) Тепловое излучение - воздействие тепловой энергии от очага пожара на конструкции, находящиеся на некотором расстоянии от него.

Характер воздействия: тепловая энергия передается через воздух. Интенсивность излучения зависит от расстояния до очага пожара и температуры горения.

Различные материалы по-разному реагируют на виды температурных воздействий:

1) Сталь быстро нагревается и теряет свою прочность при относительно низких температурах (около 500°C), независимо от типа воздействия.

2) Бетон обладает лучшей теплоизолирующей способностью. При нагревании свыше 300°C может менять цвет, при 500-600°C начинается его расслоение и разрушение материала.

3) Древесина подвергается обугливанию. Скорость обугливания зависит от интенсивности и характера воздействия (открытое пламя/струя или объемный нагрев). [2]

В России в зависимости от назначения огнезащитные составы классифицируются для защиты:

- конструкций и изделий из древесины;
- металлических конструкций и изделий;
- кабелей и кабельных проходок;
- материалов, конструкций и прочих изделий.

Огнезащитные составы в общем случае различаются в зависимости от:

- вида материала объекта огнезащиты (металл, древесина, железобетон)
- вида огнезащитного покрытия;
- по способу нанесения;
- от условий эксплуатации (в сухих и влажных помещениях, на улице, специально оговариваемые условия);
- по устойчивости к воздействию агрессивных факторов.

Принятие решения по выбору огнезащитного состава на практике зависит от множества факторов, в том числе учитывается:

- показатели огнезащитной эффективности;
- срок эксплуатации огнезащитного покрытия;
- соответствие требованиям технической документации;
- возможность и периодичность замены или восстановления;
- оценка трудозатрат и стоимости, обоснование целесообразности выбранного средства огнезащиты.

Огнезащитные составы для древесины и материалов на её основе согласно [4] подразделяются на следующие виды:

- лаки огнезащитные, представляющие собой растворы (эмульсии) пленкообразующих веществ на органической или водной основе, содержащие растворимые антипирены (могут включать также пластификаторы, отвердители, растворимые красители и другие вещества), образующие на защищаемой поверхности тонкую прозрачную плёнку;
- краски огнезащитные, представляющие собой однородную суспензию пигментов и антипиренов в пленкообразующих веществах (могут включать также наполнители, растворители, пластификаторы, отвердители и другие

вещества), образующие на защищаемой поверхности тонкую непрозрачную плёнку;

- пасты, обмазки огнезащитные, представляющие собой композиции, по содержанию компонентов аналогичные краскам, но отличающиеся пастообразной консистенцией и более крупной дисперсностью наполнителей и антипиренов, образующие на защищаемой поверхности слой покрытия большей толщины, чем лаки и краски;

-составы пропиточные огнезащитные (огнебиозащитные), представляющие собой растворы антипиренов (антипиренов и антисептиков) в органических и неорганических жидкостях, не образующих плёнку, обеспечивают образование поверхностного огнезащищенного слоя (поверхностная пропитка) или огнезащиту в объёме древесины (глубокая пропитка);

- составы комбинированные огнезащитные, представляющие собой комплекс из двух или более видов ОС, нанесение каждого из которых на защищаемую поверхность осуществляется последовательно.

Рисунок 3 - Защита от воздействия высоких температур деревянных конструкций огнезащитными составами

Виды защиты стальных конструкций при воздействии высоких температур:

1) Вспучивающиеся (интумесцентные) покрытия - это краски или лаки, которые при нормальных условиях образуют декоративный слой. При воздействии пламени (при температуре 150–250°C) они многократно (в 10–50 раз) увеличиваются в объеме, образуя пористый коксовый слой с низкой теплопроводностью.

2) Невспучивающиеся покрытия (терморасширяющиеся) составы на основе силикатов (жидкое стекло), вермикулита, перлита или цемента. При нагреве они не вспучиваются, а твердеют и образуют плотный пористый теплоизоляционный слой за счет испарения влаги и спекания частиц.

3) Облицовка плитными и листовыми материалами:

а) Гипсокартонные листы (ГКЛО, ГКЛВО) - гипс при нагреве выделяет кристаллизационную воду, активно поглощая тепло. Многослойная обшивка позволяет достичь высоких пределов огнестойкости.

б) Минераловатные плиты на основе базальтового волокна. Обладают отличной теплоизоляцией и негорючестью.

в) Вермикулитовые и перлитовые плиты.

г) Плиты из пеностекла.

д) Асбестовые плиты (применение ограничено из-за вредности для здоровья).

4) Бетонное огнезащитное покрытие – стальной элемент заключают в тонкостенную железобетонную или растворную обойму. Бетон, как материал с низкой теплопроводностью, работает как теплоизолятор.

Конструктивные методы защиты стальных конструкций:

Увеличение массы сечения: чем массивнее профиль (толще стенка), тем медленнее он прогревается. Использование трубчатого или сплошного сечения вместо открытых тонкостенных профилей (например, двутавра) более эффективно.

Заполнение полых сечений бетоном или водой: стальные колонны с трубчатым сечением можно заполнить бетоном (сталежелезобетонные конструкции) — бетон внутри берет на себя часть нагрузки при нагреве. Водозаполненные конструкции (используются редко) отводят тепло за счет циркуляции воды.

Подбор рациональных форм сечений: закрытые профили (круглые трубы, квадратные сечения) прогреваются медленнее, чем открытые (двутавры, швеллеры), так как у них меньше удельная поверхность нагрева [4].

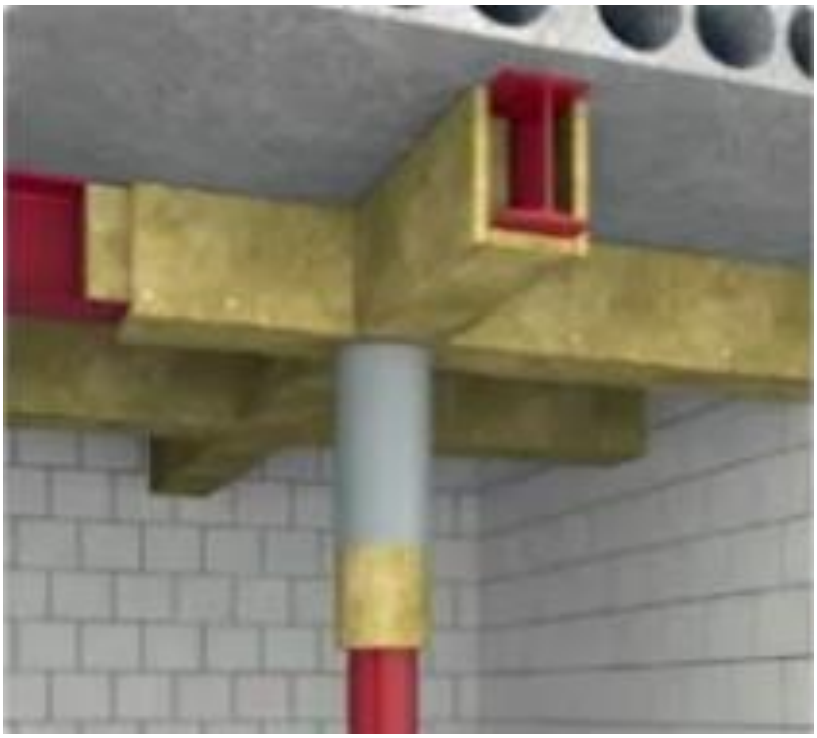


Рисунок 4 - Защита от воздействия высоких температур стальных конструкций плитами из каменной ваты

Все методы защиты железобетонных конструкций от воздействия высоких температур можно разделить на две большие группы: конструктивные и облицовочные (наносимые).

К облицовочным и конструктивным методам относят:

1) увеличение сечения элемента и толщины защитного слоя: чем массивнее элемент, тем дольше он будет прогреваться до критической температуры в своей сердцевине.

2) увеличение толщины бетона от оси арматуры (защитного слоя) уменьшает время прогрева арматуры до температур, при которых она теряет прочность (500–600°С).

3) применение специальных термостойких бетонов:

- портландцемент с термостойкими заполнителями вместо обычного щебня (используют базальт, диабаз, доменные шлаки, шамот, керамический бой);

- глиноземистый цемент, обладающий высокой стойкостью до 1300–1400°С;

4) огнезащитные штукатурки – специальные составы на основе вермикулита, перлита, жидкого стекла или цемента с легкими термоизолирующими заполнителями.

- торкретирование (набрызг) огнезащитных составов - механизированное нанесение слоя вермикулито-перлитовой или асбесто-вермикулитовой штукатурки

5) огнезащитные краски и лаки (вспучивающиеся составы) - тонкослойные покрытия, которые под воздействием температуры (150–200°С) многократно (в 10–50 раз) увеличиваются в объеме, образуя пористый коксовый слой с низкой теплопроводностью.

6) облицовка листовыми и плитными материалами - монтаж на каркасе или непосредственно на конструкцию плит с крайне низкой теплопроводностью (минераловатные плиты (на основе базальтового волокна), гипсоволокнистые листы (ГВЛ), гипсокартонные листы (ГКЛ), вермикулитовые плиты., пеностекло).

7) Экраны и подвесные потолки - создание дополнительной преграды на пути лучистого тепла, защищающей перекрытия и несущие конструкции. Экраны могут быть из металла с негорючим утеплителем или из специальных огнестойких тканей.

Таким образом, результаты исследования позволили сформулировать ряд практических рекомендаций по выбору и применению оптимальных методов огнезащиты для различных типов строительных конструкций, учитывая их эксплуатационные условия, конструктивную схему и требуемый предел огнестойкости. Данное исследование подтвердило актуальность и важность темы повышения огнестойкости строительных конструкций.

Список литературы

1. Пожарная тактика. Повзик Я.С., Клюс П.П., Матвейкин А.М. – М., 1990; Тепломассоперенос при пожаре. Алексашенко А.А., Кошмаров Ю.А., Молчадский И.С. – М., 1982; Пожар в помещении. Молчадский И.С. – М., 2005.

2. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"

3. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре : учебник /

З46 В. М. Ройтман, Б. Б. Серков, Ю. Г. Шевкуненко и др. ; под ред. В. М. Ройтмана ; 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Академия ГПС МЧС России. – 2013. – 364 с.

4. ГОСТ Р 53295-2009 «Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности».

5. Недвига, Е. С. Способы защиты строительных конструкций от огневого воздействия / Е. С. Недвига, К. И. Соловьева, С. С. Киселев. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 24 (104). — С. 160-163. — URL: https://moluch.ru/archive/104/24562.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕРЕВЯННОГО КАРКАСА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Рябчиков А.А., Руднев И.В., канд. техн. наук, доцент, Нечаев А.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В современном строительстве деревянные каркасные здания занимают важное место благодаря своей экологичности, доступности материалов и хорошим теплоизоляционным свойствам. Такие здания широко применяются в малоэтажном строительстве, а также при возведении хозяйственных и общественных сооружений. Одним из вариантов конструктивного решения узлов деревянных конструкций и каркасов, в частности, являются соединения с применением стальных, вклеенных в древесину, пластин (рисунок 1), разработанные на кафедре СК ОГУ [1].

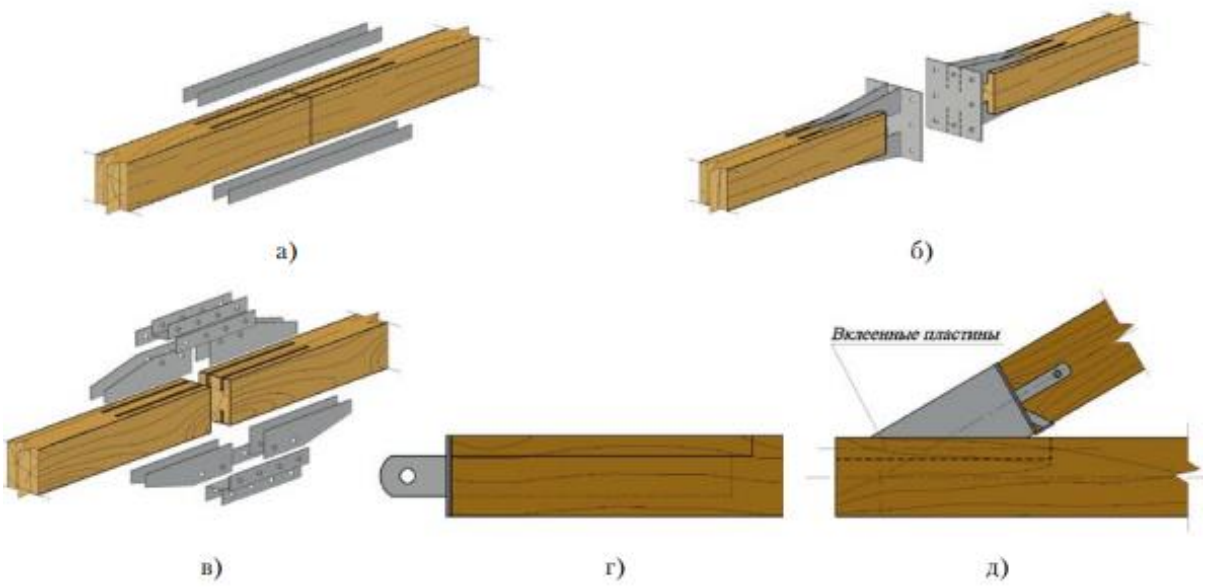


Рисунок 1 – Варианты узловых соединений деревянных конструкций на стальных вклеенных пластинах

В соединениях как правило используются клеевые композиции на основе эпоксидной смолы ЭД-20. Изготовление соединения выполняется на заключительной стадии изготовления деревянных элементов, после их острожки, торцовки и защитной обработки. На фрезерном станке пазовой фрезой в подготовленном брусе выбирается необходимое количество пазов для вклейки пластин, которые после изготовления необходимо очистить от стружки и пыли. Пластины устанавливают в пазы и расклинивают по концам и в средней части по длине стальными калиброванными вставками. Устраивают дополнительные торцевые пластины, например, из фанеры для предотвращения вытекания клея из пазов. Заполнение пазов с установленной пластиной клеевой композицией

производится при помощи шприца с диаметром выходного отверстия не менее 2 мм. При изготовлении соединений с несквозными пазами как со стороны верхней, так и со стороны нижней граней бруса, для возможности кантовки после заливки клея устраивают продольные заглушки. Нагрузка от собственного веса и транспортировка конструкций допускается не ранее чем через 24 часа, а пригруз конструкций – не ранее чем через 72 часа с момента вклеивания пластин. На рисунке 2б показан процесс заполнения пазов клеевой композицией при сборке экспериментальной модели каркаса (рисунок 2а).

а)

б)

Рисунок 2 – Экспериментальная модель каркаса (а) и заполнение пазов клеевой композицией соединения стойки каркаса с ригелем (б)

Прочность и надежность таких соединений во многом зависят от качества склеивания стальных соединительных элементов с деревянными брусьями. При нарушении технологии склеивания возможно появление дефектов, которые приводят к снижению несущей способности конструкции. На этапе изготовления клеевых соединений как в заводских условиях, так и на строительной площадке контроль качества является важной задачей, обеспечивающей эксплуатационную надежность деревянного каркаса здания в целом. Особое значение имеют методы неразрушающего контроля, позволяющие выявлять дефекты без повреждения конструкций. Это позволяет проводить проверку как на заводе-изготовителе, так и непосредственно на строительной площадке. Согласно нормативным документам [2, 3] деревянные конструкции должны проходить контроль качества, включающий визуальные и физические методы диагностики. К основным задачам контроля относится выявление дефектов склеивания, в частности: проверка равномерности клеевого слоя и выявления «непроклея»; обнаружение пустот и расслоений; подтверждение соответствия объема и площади клея требованиям проекта или регламента. Аналогичные требования

следует предъявлять и к рассматриваемым соединениям, контроль которых особенно важен при возведении несущего каркаса здания.

К основным видам неразрушающего контроля, применяемого в практике строительства зданий и сооружений из различных материалов являются: акустический контроль, магнитный контроль, контроль проникающими веществами, радиоволновой, радиационный, оптический, тепловой, электрический и вихретоковый контроли. В силу специфики соединения на вклеенных в древесину стальных пластинах наиболее приемлемыми являются визуально-измерительный контроль, ультразвуковой контроль, а также акустический контроль при нагружении.

Визуально-измерительный контроль является самым простым и доступным методом оценки качества клеевых соединений, контролируемых специализированным набором инструментов ВИК. Он заключается в осмотре поверхности шва и измерении геометрических параметров соединения. Контроль проводится с помощью линейки, щупов, штангенциркуля и оптических устройств, с помощь которых выявляются трещины, поверхностно неравномерное нанесение и наплывы клея, зазоры между элементами. Метод регламентирован ГОСТ 3242–79 «Контроль визуальный и измерительный» [4]. Однако визуально-измерительный контроль не позволяет обнаружить скрытые внутренние дефекты.

Ультразвуковой контроль является одним из наиболее эффективных методов неразрушающего контроля клеевых соединений деревянных конструкций. Он основан на распространении ультразвуковых волн в материале и анализе их отражения от внутренних дефектов. Согласно «Рекомендациям по контролю качества клеевых соединений» [5], ультразвуковой метод позволяет выявлять: зоны неполного склеивания; пустоты в клеевом слое; расслоения древесины; неоднородность соединения. Принцип ультразвуковой диагностики (рисунок 3) заключается в следующем: ультразвуковой преобразователь посылает импульс в материал, который отражается от границ сред с разной плотностью. При наличии дефектов сигнал изменяется, что позволяет судить о качестве соединения.

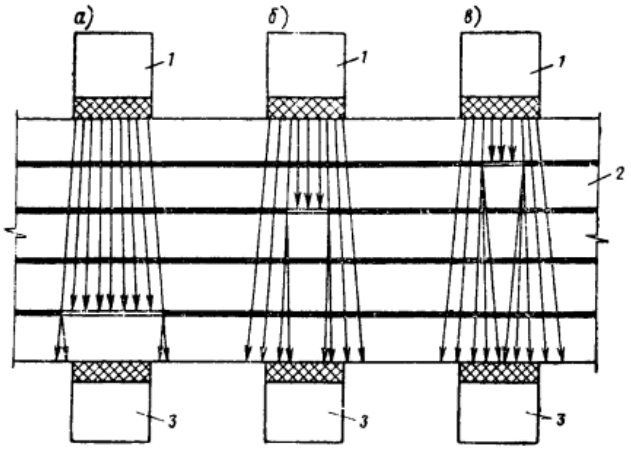


Рисунок 3 – Принцип работы ультразвукового контроля клеевого соединения

К преимуществам метода относятся: высокая точность; возможность контроля без разрушения изделия; быстрое получение результатов; безопасность для конструкции.

Метод акустической эмиссии основан на регистрации звуковых сигналов, возникающих при появлении микротрещин и деформациях материала. При нарушении целостности клеевого соединения появляются характерные акустические импульсы. Данный метод позволяет: выявлять начальные стадии разрушения, контролировать состояние соединений под нагрузкой, оценивать надежность конструкции. Метод чаще применяется при обследовании эксплуатируемых зданий, стендовых проверках и выходном контроле на предприятии-изготовителя [6].

Тепловизионный контроль основан на анализе температурного распределения на поверхности конструкции, контроль регламентируется регламентирован ГОСТ 18442-80 «Здания и сооружения, метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций» [7]. Из-за различной теплопроводности древесины и клея дефектные участки могут проявляться в виде температурных аномалий. Метод позволяет: выявлять расслоения; обнаруживать зоны неполного склеивания; проводить контроль без вскрытия конструкций.

Капиллярный метод заключается в нанесении специальных жидкостей, которые проникают в микротрещины клеевого шва, контроль регламентируется ГОСТ 54852 «Межгосударственный стандарт. Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования» [8]. После удаления излишков жидкости дефекты становятся хорошо заметны. Метод применяется для выявления: поверхностных трещин; нарушений целостности шва; дефектов склеивания. Актуально в заводских условиях

Применение методов неразрушающего контроля – визуально-измерительного и ультразвукового (рисунок 4) – осуществлялась в лаборатории кафедры СК Оренбургского государственного университета при изготовлении экспериментальной модели каркаса для проведения натурных испытаний с соединениями на вклеенных в древесину стальных пластинах. В частности, метод ультразвуковой дефектоскопии позволил отбраковать часть непроклеенных соединений.

а)

б)

Рисунок 4 – Комплект ВИК для визуально-измерительного контроля (а) и ультразвуковой контроль (б) узлов соединений элементов модели каркаса.

Контроль качества клеевых соединений стальных пластин с древесиной в процессе их исследования обеспечит чистоту последующих экспериментов и получение адекватных результатов. Отработанные при исследовании методы и методики контроля качества, безусловно, станут основой контроля качества в процессе возведения деревянных каркасов с клеевыми соединениями стальных элементов с древесиной, основой безопасности и эксплуатационной надежности зданий и сооружений.

Список литературы

1. Руднев И. В. Узловые соединения деревянных элементов на вклеенных стальных пластинах : дис. … канд. техн. наук : 05.23.01. — Пенза, 2023. — 187 с. — Электрон. версия. — URL: http://dissovet.pguas.ru/files/212-/Rudnev/Dissertaciya_Rudn… (дата обращения: 01.10.2025).

2. ГОСТ 20850–2014. Конструкции деревянные клеёные. Общие технические условия. — Введ. 01.07.2015. — Электрон. версия. — URL: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293766/4293766958.pdf (дата обращения: 01.10.2025).

3. ГОСТ 16504–81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. — Введ. 01.01.1982. — Электрон. версия. — URL: https://ohranatruda.ru/upload/iblock/46b/4294851950.pdf (дата обращения: 01.10.2025).

4. ГОСТ 3242–79. Соединения сварные. Методы контроля качества. — Введ. 01.01.1981. — Электрон. версия. — URL: https://rosgosts.ru/file/gost/25/160/gost_3242-79.pdf (дата обращения: 01.10.2025).

5. Рекомендации по контролю качества клеевых соединений деревянных строительных конструкций и деталей. — Новосибирск : НИСИ, 1985. — 90 с. — Электрон. версия. — URL:

https://files.stroyinf.ru/Data2/1/42931/4293731073.pdf (дата обращения: 01.10.2025).

6. ГОСТ Р 52727–2007. Техническая диагностика. Акустико-эмиссионная диагностика. Общие требования. — Введ. 01.01.2009. — Электрон. версия. — URL: https://gc-nn.com/docs/gost-r-52727-2007.pdf (дата обращения: 01.10.2025).

7. ГОСТ Р 54852–2011. Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций. — Введ. 01.01.2013. — Электрон. версия. — URL: https://progresscity.spb.ru/upload/iblock/011/06y4tgagl1ozh2… (дата обращения: 01.10.2025).

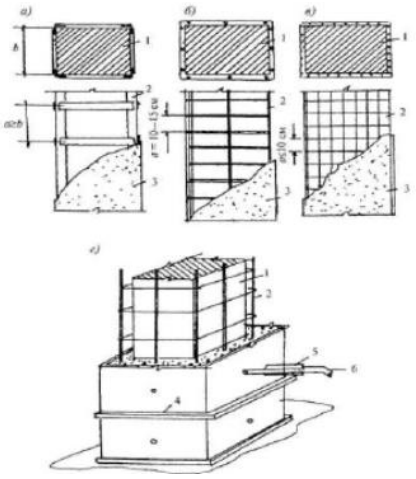
8. ГОСТ 18442–80. Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования. — Введ. 01.07.1981. — Электрон. версия. — URL: https://ndt-control.ru/wp-content/uploads/2018/04/gost18442-… (дата обращения: 01.10.2025).

ОБЗОР МЕТОДОВ УСИЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ВЛИЯНИЯ НЕРАВНОМЕРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ОСНОВАНИЙ

Самохвалова А.А., Украинченко Д.А., канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Неравномерные деформации зданий и сооружение есть глобальная проблема, требующая внимания и постоянного мониторинга. Согласно СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений» предполагаются допустимые значения деформаций оснований, однако зачастую возникают ситуации превышения допустимых значений и именно на такие случаи строители и проектировщики должны быть готовы оказать «своевременную поддержку» зданий и сооружений. В статье рассматриваются как традиционные, так и инновационные технические решения, оцениваются их эффективность, область применения, преимущества и ограничения, что позволит сформировать комплексный подход к решению данной сложной инженерной проблемы.

Устройство обоймы - создание дополнительного несущего каркаса вокруг колонн, столбов или стен. Обойма перераспределяет и частично принимает на себя нагрузку. Это традиционный метод, применяемый при значительном снижении прочности кладки или бетона, наличии трещин. Суть метода заключается в наращивании поперечного сечения и добавления арматуры в уже существующей конструкции [1].



1 – усиливаемая конструкция; 2 – элементы усиления; 3 – защитный слой; 4 – щитовая опалубка с хомутами; 5 – инъектор; 6 – материальный шланг.

Рисунок 1 – Усиление столбов стальной обоймой (а), армокаркасом (б), сеткой или железобетонной обоймой (в,г)

Согласно статье Желнинского В. А., Макарова О. В., Микуляк И. Р. [*1*] для включения в работу обоймы зазоры между конструкцией и стальным элементом обоймы инъецируются; для обойм толщиной не более 12 см используют инвентарную опалубку, устанавливая её по периметру и нагнетая мелкозернистую бетонную смесь через инъекционную трубку.

Усиление горизонтальными тяжами и контрфорсами – установка стальных тяжей (в уровне перекрытий) или наружных опор (контрфорсов) для компенсации горизонтальных усилий и предотвращения выпучивания стен. Традиционный метод, эффективен для бескаркасных зданий со стенами из кирпича или блоков. Контрфорсы требуют места для установки.

Горизонтальные тяжи используются для стягивания стен и предотвращения их выпучивания. По данным исследования, тяжи из арматурной стали диаметром 18 – 28 мм размещают на уровне перекрытий и натягивают механически [2].

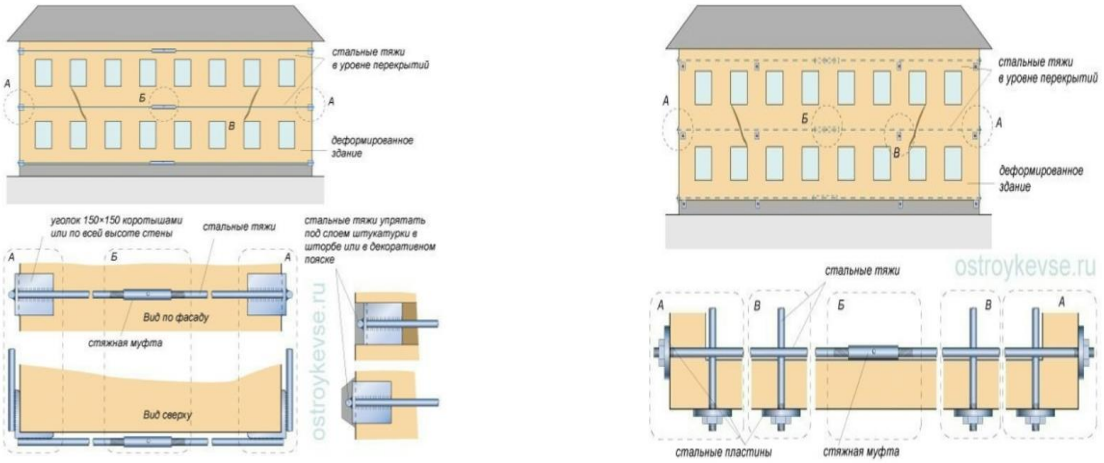


Рисунок 2 – Усиление горизонтальными тяжами

Контрфорсы – внешние подпорные конструкции (железобетонные, каменные) воспринимают горизонтальный распор. В научной литературе они отмечены как один из основных способов сейсмоусиления каменных стен [3].

Рисунок 3 – Усиление здания контрфорсами

Торкретирование (набрызг бетона) – нанесение слоя бетона на железобетонные конструкции под высоким давлением с целью увеличения сечения, восстановления монолитности и защиты арматуры. Традиционный/современный метод. Широко используется для ремонта фундаментов, стен подвалов, тоннелей. Требует квалификации исполнителей. Преимуществом данного метода является отсутствие необходимости применения опалубки для формирования поверхностей сложной конфигурации и высокая степень гидроизоляции [4].

Рисунок 4 – Усиление железобетонной балки торкретированием

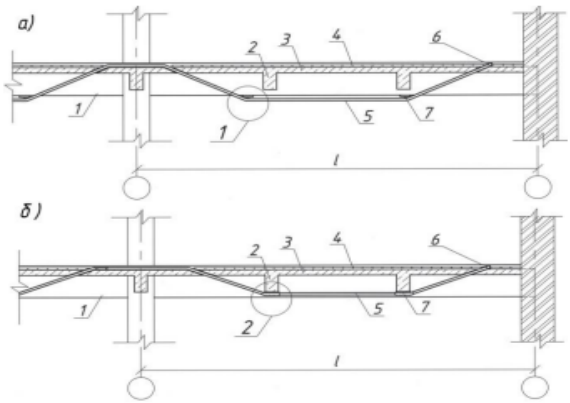
Усиление композитными материалами (углеволокно, стекловолокно, базальтоволокно) иначе внешнее армирование композитными материалами - наклейка на поверхность конструкций высокопрочных тканей или ламелей на полимерной основе. Значительно повышает прочность на изгиб и растяжение. Инновационный метод.

Технология усиления конструкций углеволокном (карбоном) является высокоэффективной и «бережной». Она позволяет увеличить прочность конструкций без значительного роста их массы и габаритов [5]. Принцип действия заключается в том, что композитный материал прочно приклеивается к поверхности конструкции (балки, колонны, стены) и воспринимает часть нагрузок, прежде всего растягивающие и сдвиговые усилия. В изгибаемых элементах (балках, плитах) его крепят к растянутой зоне, а в колоннах и стенах используют по принципу обоймы, что повышает устойчивость к сжатию и срезу. Для приклеивания композитного материала к основе применяются эпоксидные или полиуретановые смолы (адгезивы), которые обеспечивают монолитность системы.

Рисунок 5 – Усиление балок перекрытия и металлических узлов углеволокном

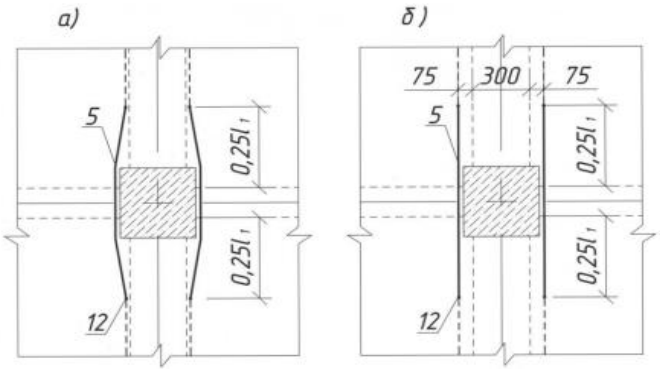
Для металлических конструкций этот метод эффективен при коррозионных повреждениях или когда нужно минимально увеличивать вес и сечение. Исследования показывают, что несущая способность может быть увеличена до 59%, однако при достижении температуры стеклования полимерной матрицы (обычно около 60–80°C) эффективность резко падает [6].

Н.В. Глухова в научной работе [7] рассматривает усиление главных и второстепенных балок монолитного ребристого перекрытия с помощью напрягаемых высокопрочных канатов в пластиковой оболочке. Данный способ применяется с целью увеличения несущей способности балок по нормальным и наклонным сечениям, для восстановления неущей способности, при нарушении неразрезности балок и для разгружения балок с целью уменьшения прогиба (усилие натяжения создает дополнительный момент со знаком, противоположным действующему моменту от внешней нагрузки).



а – схема усиления главных и второстепенных балок перекрытия; б – второй вариант усиления главных балок перекрытия: 1 – главная балка; 2 – второстепенная балка; 3 – плита; 4 – усиление плиты наращиванием сечения сверху; 5 – канат; 6 – цанговый анкер; 7 – опорная деталь в местах перегиба канатов

Рисунок 6 - Схема усиления главных и второстепенных балок



а – при усилении главной балки по первому варианту; б – при усилении главной балки по второму варианту: 5 – канат; 12 – отверстие в плите перекрытия

Рисунок 7 - Сопряжение каната с колонной

В ходе рассмотрения данных способ автор приходит к следующим выводам:

- напрягаемый канат в предложенной схеме выполняет две ключевые функции: создаёт дополнительный отрицательный изгибающий момент в пролёте и положительный момент на опоре, что позволяет эффективно уменьшить эксплуатационный прогиб балки; наклонный участок каната вводит в конструкцию сжимающие напряжения, действие которых направлено вдоль траекторий главных растягивающих напряжений, компенсируя их;

- особенность усиления монолитного ребристого перекрытия состоит в том, что в нём главные и второстепенные балки являются многопролётными и неразрезными. Разработанные схемы усиления учитывают эту непрерывность конструкции.

Усиление неразрезных монолитных перекрытий с помощью предварительно напряженных канатов иллюстрирует, как классический принцип предварительного напряжения интегрируется в современные схемы для эффективного перераспределения усилий и компенсации деформаций в конкретных конструктивных системах.

Таким образом, рассмотренные методы усиления формируют комплексный инструментарий для борьбы с последствиями деформаций. Существует преемственность между традиционными и инновационными подходами. Такие методы, как устройство обойм, установка контрфорсов и торкретирование, остаются востребованными благодаря своей проверенной надежности и эффективности в определенных условиях. Инновационные методы (например, усиление композитными материалами на основе углеволокна) демонстрируют существенные преимущества в случаях, где критичны минимальное увеличение массы и габаритов, скорость производства работ и «бережное» вмешательство. Однако они имеют специфические ограничения, такие как чувствительность к высоким температурам. Успешное

противодействие неравномерным деформациям оснований требует от проектировщиков и строителей системного подхода.

Список литературы

1. Желнинский В. А., Макаров О. В., Микуляк И. Р. Сравнение усиления вертикальных конструкций за счет устройства железобетонных и металлических обойм и подклеивания композитных материалов // Экономика строительства. 2023. №5 // [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnenie-usileniya-vertikalnyh-konstruktsiy-za-schet-ustroystva-zhelezobetonnyh-i-metallicheskih-oboym-i-podkleivaniya-kompozitnyh (дата обращения 17.12.2025).

2. Пириев Ю. С., Пириева С. Ю. Методы усиления каменных конструкций и зданий // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. 2018. №5 // [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metody-usileniya-kamennyh-konstruktsiy-i-zdaniy (дата обращения: 18.12.2025).

3. Овчаров А.О. Методология научного исследования: учебник / А.О. Овчаров, Т.Н. Овчарова. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 304 с. 5 // [Электронный ресурс]. URL: https://goo.su/eiZa (дата обращения 18.12.2025).

4. Железняков Владимир Александрович, Александров Альберт Павлович, Куликов Александр Сергеевич Усиление фундаментов методом торкретирования // НАУ. 2020. №62-1 (62) // [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/usilenie-fundamentov-metodom-torkretirovaniya (дата обращения 20.12.2025).

5. Вагнер Е. С. Усиление железобетонных конструкций композиционными материалами // Достижения вузовской науки. 2015. №15 // [Электронный ресурс]. URL:https://cyberleninka.ru/article/n/usilenie-zhelezobetonnyh-konstruktsiy-kompozitsionnymi-materialami (дата обращения 23.12.2025).

6. Леонова Анна Николаевна, Софьяников Олег Дмитриевич, Скрипкина Ирина Андреевна Особенности усиления металлических конструкций композитными материалами при воздействии агрессивной среды // Вестник МГСУ. 2020. №4 // [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-usileniya-metallicheskih-konstruktsiy-kompozitnymi-materialami-pri-vozdeystvii-agressivnoy-sredy (дата обращения 23.12.2025).

7. Глухова Н. В. Конструктивные решения по усилению балок перекрытия с помощью канатов в пластиковой оболочке // Вестник магистратуры. 2017. №2-2 (65) // [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/konstruktivnye-resheniya-po-usileniyu-balok-perekrytiya-s-pomoschyu-kanatov-v-plastikovoy-obolochke (дата обращения 24.12.2025).

ОБЗОР МЕТОДОВ УСИЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ И ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ВЛИЯНИЯ НЕРАВНОМЕРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ОСНОВАНИЙ

Самохвалова А.А., Украинченко Д.А., канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Неравномерные осадки и деформации грунтовых оснований остаются одной из наиболее сложных и опасных проблем в строительстве и эксплуатации зданий и сооружений. В то время как значительное внимание традиционно уделяется усилению надземных конструкций, ключ к долгосрочной стабильности зачастую лежит в целенаправленном воздействии на само грунтовое основание или в кардинальном изменении принципа работы фундамента. Для этого современная геотехника предлагает широкий спектр решений – от классических методов, таких как устройство свай и грунтовых подушек, до высокотехнологичных инноваций, включая геополимерное инъектирование и активное горизонтальное армирование.

Устройство свай (буроинъекционных, буронабивных) - устройство новых свай под существующим фундаментом или вдоль него. Сваи передают нагрузку на более глубокие и прочные слои грунта. Современные буроинъекционные технологии позволяют вести работы в стесненных условиях с минимальной вибрацией. Технология показала высокую эффективность при усилении оснований аварийных и реконструируемых зданий, позволяя остановить осадки до 150 мм [1].

Геополимерное инъектирование (смолизация) - нагнетание в грунт геополимерной смолы, которая быстро расширяется и твердеет. Уплотняет окружающий грунт, заполняет пустоты, приподнимает и выравнивает фундамент.

Рисунок 1 – Устройство буроинъекционных свай

Инновационный метод. Преимущества: высокая скорость работ (часы), точность подъема (до 1 мм), отсутствие мокрых процессов, возможность

работы под эксплуатируемыми объектами. Данный метод включён в обзор современных способов закрепления грунтов и рекомендуется для песчаных (средние, мелкие, пылеватые) и лесовых грунтов [2].

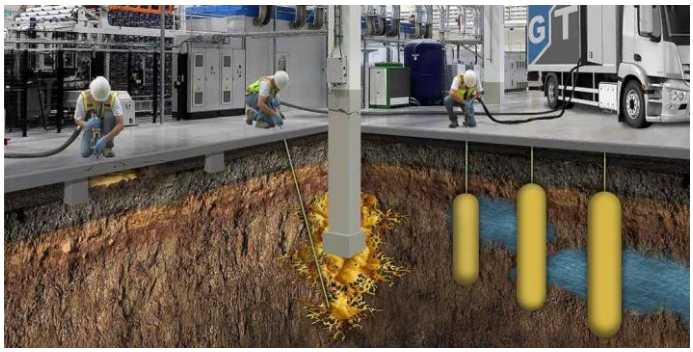


Рисунок 2 – Геополимерное инъектирование грунтового основания

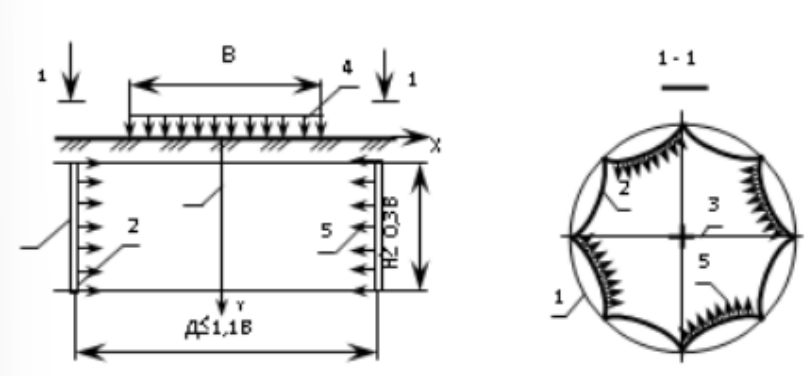
Устройство грунтовых подушек и армирование геосинтетиками - замена слабого грунта на уплотненный песчано-щебеночный материал или его усиление георешетками, геотекстилем с целью распределения нагрузки от фундамента. Часто применяется при новом строительстве или реконструкции для улучшения свойств основания в зоне залегания фундамента. Данный метод позволяет повысить прочностные и деформационные свойства специфических, требующих особо внимания, грунтов, например, просадочных, лесовых, набухающих, переувлажненных. Армированная грунтовая подушка. Это развитие классического метода. Геосинтетические материалы, уложенные слоями, создают жёсткий армированный массив, который существенно лучше сопротивляется деформациям. Это позволяет использовать менее качественные местные грунты и повышает надёжность [3]. Клевеко В.И. в своей научной работе [4] проводит экспериментальные модельные испытания и численное моделирование с целью сравнения несущей способности армированного и неармированного основания, сложенного пылевато глинистыми грунтами. В результате проведенных исследований автор статьи приходит к выводу о том, что армирование пылевато глинистого грунта до 1,2 раз повышает несущую способность основания и снижает осадки фундаментов на армированное основание до 1,6 раз.

Рисунок 3 – Армирование грунта геоматериалами

Активное горизонтальное армирование грунта - создание по периметру зоны основания преднапряженной кольцевой шпунтовой стенки. Горизонтальное подпорное давление уплотняет массив грунта внутри кольца, многократно повышая его несущую способность. Перспективный инновационный метод. Предложен для ответственных объектов (ядерных, высотных).

Позволяет добиться увеличения несущей способности основания в десятки раз. В результате полевых и лабораторных экспериментов, проведенных авторами статьи [5], были получены результате, показывающие, что кольцевое преднапряжение слабого грунта приводит к увеличению несущей способности основания более чем в 40 раз.

Инновационное решение для обеспечения долговременной стабильности зданий в сложных условиях: на проблемных грунтах, в сейсмических районах или при работе с исторической застройкой. В отличие от традиционных, они позволяют не только предотвращать разрушения от неравномерных осадок, но и активно корректировать положение сооружения после постройки, являясь ключевым инструментом реконструкции и сейсмоусиления [6,7]. Основные типы регулируемых фундаментов: винтовые регулируемые опоры; домкратные платформы (плиты с домкратами); системы с компенсационными муфтами.



1 — внешняя стенка кольцевой шпунтовой системы; 2 — внутренняя стенка кольцевой шпунтовой системы; 3 — рабочая зона преднапрягаемого грунта; 4 — нагрузка от гибкой фундаментной плиты; 5 — давление преднапряжения грунта

Рисунок 4 – Конструктивная схема кольцевой шпунтовой стенки с преднапряжением по грунту

Список литературы

1. Соколов Н. С., Соколов С. Н., Соколов А. Н. Использование буроинъекционных свай при усилении оснований зданий // Жилищное строительство. 2017. №1-2 // [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-buroinektsionnyh-svay-pri-usilenii-osnovaniy-zdaniy (дата обращения 15.12.2025).

2. Игошева Л. А., Гришина А. С. Обзор основных методов укрепления

грунтов основания // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2016. №2 // [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-osnovnyh-metodov-ukrepleniya-gruntov-osnovaniya (дата обращения 20.12.2025)..

3. Алексеева А.В. Анализ и проблемы исследований армированных геосинтетическим материалом подушек // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 4 // [Электронный ресурс]. URL: https://web.snauka.ru/issues/2016/04/66954 (дата обращения: 25.12.2025).

4. Клевеко Владимир Иванович Исследование работы армированных глинистых оснований // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2014. №4 // [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-raboty-armirovannyh-glinistyh-osnovaniy (дата обращения 28.12.2025).

5. Землянский, А. А. Инновационный способ энергоэффективного кольцевого армирования слабого грунта под экологически опасные и ядерные объекты / А. А. Землянский, Л. А. Землянский, К. А. Землянский. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 23.1 (103.1). — С. 46-50 // [Электронный ресурс]. URL: https://moluch.ru/archive/103/23598 (дата обращения 03.01.2026).

6. Петраков А. А. Конструкции с изменяемыми параметрами и устройство для регулирования крена зданий / А.А. Петраков, Е.О. Брыжатая, Н.С. Масло. – Текст: электронный // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2016. – Том 12, № 4. – С. 141-148 // [Электронный ресурс] URL: https://donnasa.ru/publish_house/journals/spgs/20164/01_petrakov_bryzhata_maslo.pdf (дата обращения 03.01.2026).

7. Зотов, Александр Михайлович. Регулируемые фундаменты каркасных зданий. Конструкция, технология и расчет при подъеме и выравнивании : диссертация ... кандидата технических наук : 05.23.01, 05.23.08 / Зотов Александр Михайлович; [Место защиты: Рост. гос. строит. ун-т].- Ростов-на-Дону, 2013.- 163 с.: ил. РГБ ОД, 61 13-5/2588 // [Электронный ресурс]. URL: https://goo.su/eHAg (дата обращения 05.01.2026).

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ОШТУКАТУРИВАНИЯ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ВЫРАВНИВАЮЩИХ ПОКРЫТИЙ В ПОМЕЩЕНИЯХ СОЦИАЛЬНО-АДМИНИСТРАТИВНЫХ ЗДАНИЙ

Сапрыкин А.А., Сапрыкина Т.К., канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Значимость штукатурных процессов в строительстве обуславливает необходимость совершенствования их технико-экономических параметров через высокую степень механизации [1]. Применение специализированного оборудования (таблица 1) направлено на замещение ручного труда: использование штукатурных станций исключает ручную подготовку и нанесение составов. При этом отмечается диспропорция в механизации циклов: если подготовительные этапы автоматизированы, то финишные операции (разравнивание, заглаживание) сохраняют высокую долю ручного исполнения [2].

Таким образом, приоритетным направлением является переход к комплексной механизации отделочного производства. Эффективность применения интегрированных механизированных комплексов в условиях масштабного фронта работ (что типично для строительства общественных зданий) наглядно иллюстрируется аналитическими данными, приведенными на рис. 1.

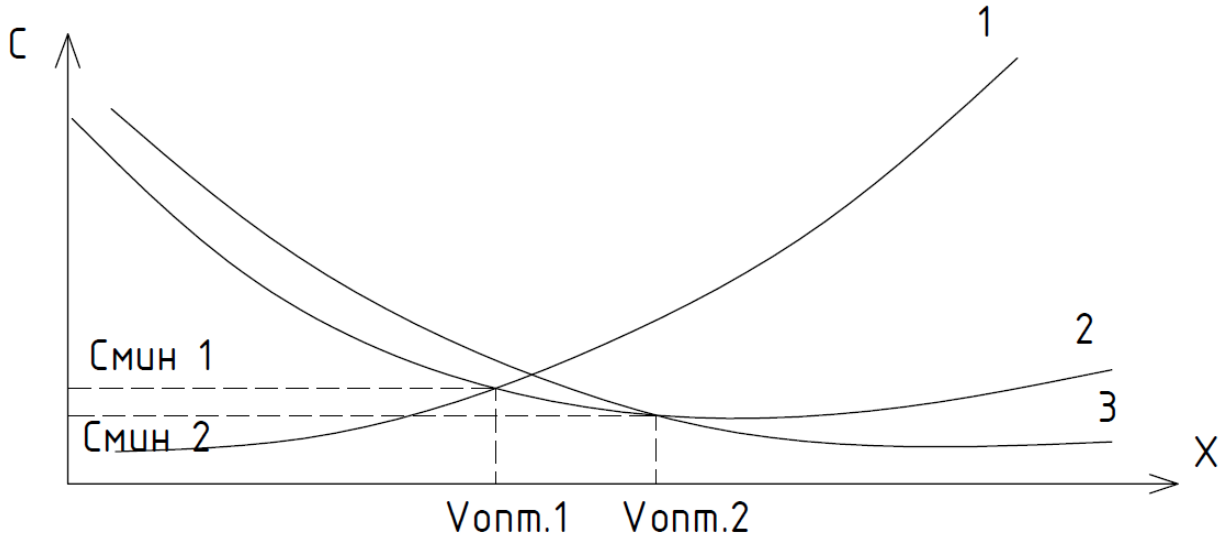


Рисунок 1 – Области рационального применения основных способов производства штукатурных работ при сохранении постоянного качества

Очевидно, что при возрастающих объемах выполняемых работ для сохранения постоянного уровня качества и экономии затрат процесс производства работ будет производиться по выделенной жирной линии,

переходя от ручного способа к механизированному, а затем и к комплексно механизированному.

Таблица 1 - Уровни механизации штукатурных работ

№ п/п	Уровень механизации	Основное оборудование	Дополнительное оборудование
1	Машины, выполняющие одну операции	Растворосмесители, смесители-перегружатели, растворонасосы и пневмонагнетатели, пневмотранспортные установки	-
2	Машины, выполняющие несколько операций	Штукатурные агрегаты, штукатурные станции, машины для торкретирования, растворосмесительные насосы для сухих смесей	Инвентарные маяки, форсунки механические или пневматические, затирочные машинки
3	Комплект машин для механизации работ	Бункер-накопитель (или сменный силос), пневмотранспортная установка в комплекте с дозатором, растворосмесительный насос в комплекте с компрессором и форсункой	Инвентарные маяки Затирочные машинки
4	Комплект оборудования для достижения комплексной механизации работ всего цикла работ	Бункер-накопитель (или сменный силос), пневмотранспортная установка в комплекте с дозатором, растворосмесительный насос, переставная или передвижная штукатурная опалубка	-

Анализ современных технологических подходов позволил синтезировать усовершенствованную модель производства штукатурных циклов, обеспечивающую прецизионную точность отделочного слоя и исключающую типичные дефекты традиционных методов [3].

Технология предусматривает опалубочное формование штукатурного намета с применением комплекта полимерных щитов малого формата и раздвижных телескопических стоек (рисунок 2). Технологическое преимущество данной системы заключается в конфигурации опорных элементов: использование телескопических стоек в сочетании с хомутами и юстировочными упорами позволяет достичь высокой стабильности и точности позиционирования опалубки.

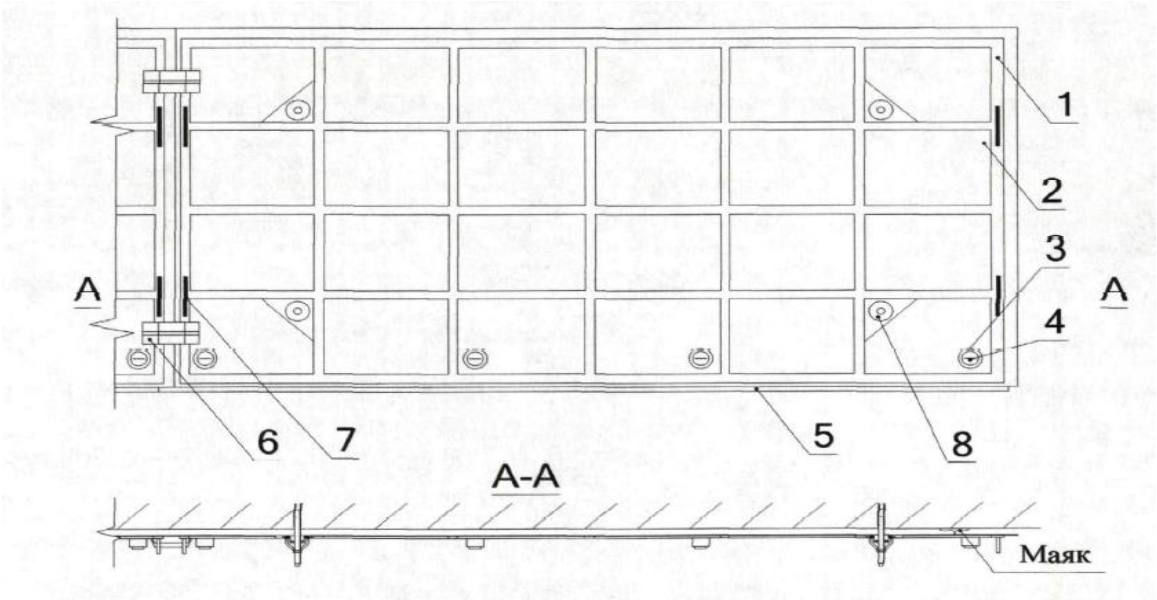


Рисунок 2 - Элемент штукатурного опалубочного щита: 1 - каркас жесткости из легкого металла; 2 - рабочая поверхность; 3 - нагнетательная муфта; 4 - съемная заглушка; 5 - профильный эластичный полимерный материал; 6 - пружинные зажимы; 7 - ручки для транспортировки; 8- анкерные регулирующие устройства

Реализация технологии формирования монолитного штукатурного покрытия осуществляется в строго регламентированной последовательности (рисунок 3). На подготовительном этапе производится комплектация опалубочной оснастки из стандартного размерного ряда щитов в соответствии с геометрическими параметрами и высотой помещений. В сформированную формовочную полость между стеновой конструкцией и щитом на всю глубину инсталлируются подающие гибкие рукава с заданным проектным шагом. Распределительная система, объединяющая напорную магистраль растворонасоса с рабочими шлангами, оснащается запорной арматурой (шаровыми кранами) для регулирования потока. Процесс заполнения полости штукатурным составом реализуется методом «восходящего потока». По мере повышения уровня смеси нагнетательные шланги подвергаются дискретному подъему, при этом их выходные сопла постоянно сохраняют заданную глубину погружения в раствор. При достижении смесью верхней отметки опалубки процесс нагнетания прекращается, и рукава извлекаются. По завершении набора раствором распалубочной прочности производится декомпрессия фиксирующих узлов с последующим поэтапным демонтажем опорных стоек и щитовых модулей.

Процессы, происходящие при заполнении штукатурной полости, описываются физической моделью, представленной на рисунке 4. Процесс заполнения полости штукатурным раствором предложенным методом «восходящего потока» по своим физическим данным сопоставим процессу укладки бетонной смеси под водой по методу вертикально перемещаемых труб

и методу «восходящего раствора», широко применяемым в гидротехническом строительстве [4].

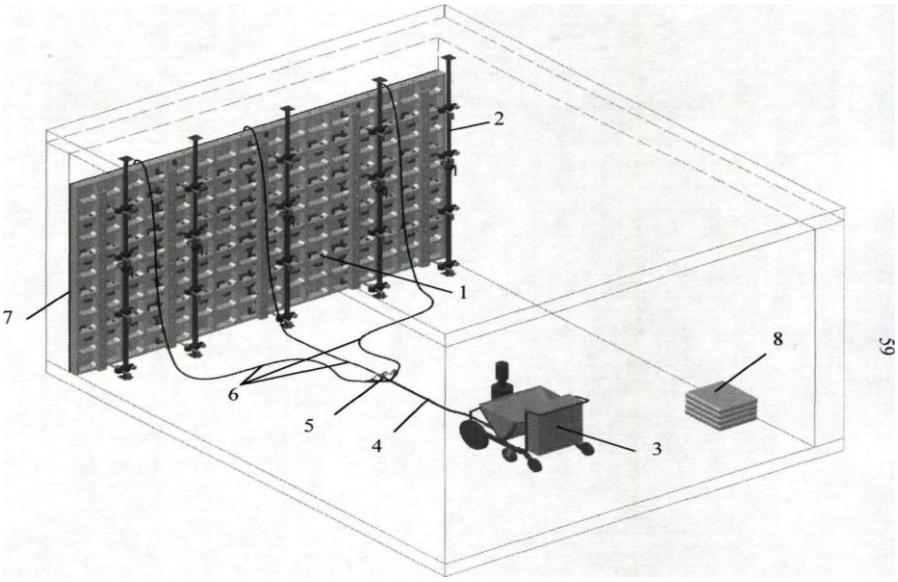


Рисунок 3 - Общая схема осуществления предложенной технологии оштукатуривания стен помещений: 1 - опалубочный щит; 2 - телескопическая стойка с элементами крепления и регулировки опалубочного щита; 3 - штукатурная станция; 4 - напорный шланг; 5 - разветвитель; 6 - рабочие шланги; 7 - штукатурный слой; 8 - сухая штукатурная смесь

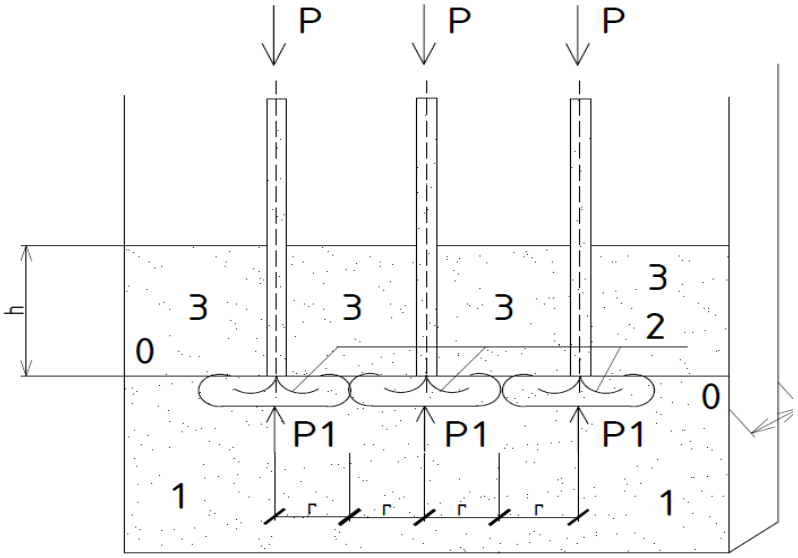


Рисунок 4 - Физическая модель процесса распространения раствора в штукатурной полости: *P* - давление, создаваемое растворонасосом; P_1 - сила противодавления; *h* – высота заглубления нижнего торца рабочего шланга в раствор, *г* - радиус растекания раствора от одной точки заливки; 5 - толщина формовочной полости; 1 - область сформированного штукатурного слоя; 2 - область истечения штукатурной смеси по типу затопленной струи в однородной среде; 3 - зона движения «восходящего» потока раствора; 0-0 – граница условного разделения областей 1 и 3

Таким образом, внедрение разработанной технологии и специализированной оснастки способствует переходу к системной механизации штукатурных работ, что крайне востребовано в сегменте строительства зданий общественного профиля. Актуальность дальнейших исследований заключается в детальном расчете технико-экономических параметров предложенного процесса и обосновании его преимуществ перед стандартными технологическими решениями.

Список литературы

1. Баженов, Ю.М. Достижения, проблемы и направления развития теории и практики строительного материаловедения / Ю.М. Баженов, Р.З. Рахимов // Материалы IX академических чтений РААСН, Пенза: ПГУАС, 2006. – Часть П. – С. 187-188.

2. Верстов, В.В. Обоснование параметров комплексной механизации штукатурных работ с применением сухих строительных смесей / В.В. Верстов, Д.М. Хайкович, Б.А. Буданов // Вестник гражданских инженеров. – 2005. - №4(5). – С. 29-33.

3. Тишкин, Д.Д. Некоторые экспериментальные данные исследований механизированной технологии штукатурных работ с применением унифицированной полимерной опалубки / Д.Д. Тишкин // Сб. докл. 62-й Международной научно-технической конф. молодых ученых / СПбГАСУ. - СПб., 2009. - С. 224-225.

4. Тишкин, Д.Д. Механизированная технология штукатурных работ при отделке помещений растворами на основе сухих смесей / Д.Д. Тишкин // диссертация канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2011. – 184 с.

АРХИТЕКТУРА И ИСТОРИЯ ОРСКОГО ПОКРОВСКОГО ЖЕНСКОГО МОНАСТЫРЯ

Саттаров Д.Н., Грекова А.И.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Орский Покровский женский монастырь – это не просто архитектурный ансамбль, но живая летопись веры, стойкости и женского благочестия, вписанная в историю Оренбургской области. Его стены, храмы и даже каждый камень хранят отголоски молитв, трудов и судеб многих поколений монахинь, а его архитектура является отражением духовных и исторических процессов, происходивших в регионе. Сегодня монастырь продолжает свою жизнь, сохраняя традиции и внося свой вклад в духовное и культурное наследие региона. Его архитектура, сочетающая в себе историческую ценность и красоту, привлекает паломников и туристов, желающих прикоснуться к истории и ощутить атмосферу умиротворения и веры.

Датой возникновения Покровского женского монастыря в городе Орске большинство исследователей считает 1885 год. Именно тогда 12 девиц, то есть незамужних женщин разного возраста, организовали религиозную общину, ставшею предтечей будущего монастыря. Женщины поселились в деревянном доме в Ташкентской слободе, который им пожертвовал купец Василий Артеменко. Чтобы будущей обители было, на что существовать, православные орчане пожертвовали общине и другое имущество: казаки поселка Кумак – 47 десятин земли; купцы и мещане города – полторы тысячи рублей.

Девицы молились, посещали службы в городских храмах, жили по правилам, приближенным к монастырским. Тогда же, в 1885 году, они обратились к епископу Оренбургскому и Уральскому Вениамину с прошением создать в Орске женский монастырь, но их просьба была удовлетворена Синодом лишь 25 октября 1888 года, и то частично: была официально узаконена православная женская община в честь Покрова Божией Матери. Два года спустя на освященном епископом месте был построен деревянный храм Святой мученицы Параскевы. Храм до нас не дошел – сгорел в 1916 году. В 1894 году Орская городская управа выделила общине землю на окраине города. Было у этой земли собственное название: «Пустошь Оричная». Вот как она описывается в документах того времени: «С юго-восточной стороны, начиная 1-ю линию от бывших Татарских кладбищ к Коровьему озеру, кончая таковою параллельно с воротами христианских кладбищ, которая длиною 100 саж, так что всего в усадебном дворовом месте общины составится с прежде отведенною 10500 квадратных сажен». 17 августа 1895 года была составлена смета к проекту на постройку каменного храма. В августе 1905 года основные работы по строительству храма были окончены, устанавливается иконостас. Игуменья Евлампия телеграммой 28 сентября 1907 года испрашивает Его Преосвященство поднять кресты на храм тридцатого числа. Вновь

выстроенный при Орском женском монастыре храм в честь Покрова Пресвятой Богородицы 24 августа 1908 года был освящен Его Преосвященством Иакимом, епископом Оренбургским и Уральским. В Оренбургском архиве есть отчет о строительстве храма:«Каменный храм: окрашен снаружи масляной краской, внутри расписан святыми изображениями; крыт железом; крыша черным, а главки – белым. Длина храма 17 сажень 1 аршин, ширина 11 саженей, высотою до верхнего карниза 5 саженей; на храме имеется: одна большая главка и пять малых; больших окон с двойными рамами 16 шт., малых на главках и других местах 7 шт., дверей наружных створчатых, обитых железом - 3 шт., и однополотных - 2 шт.; внутренних створчатых - 5 шт. и однополотных - 4 шт. Иконостас: длина 8 саженей 2 аршина, высота 13 с четвертью аршин. При храме отделения для сторожки и псалтырной отапливаются двумя круглыми печами. Колокольня в три яруса, общая высота до верхнего карниза 12 сажень. Входной коридор: длина 4 сажени, ширина 2 сажени 2 аршина, высота до карниза 5,5 аршина, окон одинарных 6 шт. размером 1,5 на 2 аршина, с железными дверями. Коридор покрыт и стены обшиты кровельным железом, окрашенным масляной краской. Храм стоит посреди монастырской ограды, обнесенной каменной стеной, и ближайшая к ней постройка: с западной стороны каменный корпус, занимаемый игуменьей на расстоянии 10 саженей, и с северной стороны деревянный на каменном фундаменте корпус для общежития на таком же расстоянии. Центральным элементом любого православного храма является иконостас. В Покровском соборе он, вероятно, был многоярусным, выполненным из дерева, с искусной резьбой и позолотой. Иконы, расположенные на нем, представляли собой образцы русской иконописной школы конца XIX – начала XX века, возможно, созданные как местными мастерами, так и привезенные из более крупных духовных центров. Особое место занимали иконы Покрова Пресвятой Богородицы, святых покровителей обители и особо чтимых святых. Стены храмов могли быть украшены фресками или настенными росписями, изображающими библейские сюжеты, жития святых, сцены из жизни Богородицы. Эти росписи не только служили украшением, но и являлись своего рода "Библией для неграмотных", наглядно представляя основы православного вероучения.

Монастырь, будучи самодостаточным, располагал собственной утварью – богослужебными сосудами, крестами, Евангелиями, выполненными из драгоценных металлов и украшенными камнями. Монахини-рукодельницы создавали изысканные облачения для священнослужителей, плащаницы, покровы для престолов и жертвенников, используя традиционные техники золотошвейного искусства. Эти предметы не только имели высокую художественную ценность, но и были наполнены глубоким духовным смыслом.

Помимо своей основной духовной миссии, Орский Покровский монастырь играл значительную социальную роль в жизни региона. При монастыре, как правило, действовала церковно-приходская школа для девочек из окрестных сел и деревень. Монахини обучали их грамоте, Закону Божию, рукоделию, пению. Это было особенно важно в условиях низкой грамотности населения. Монастырь также

служил центром духовного просвещения, распространяя православную литературу и наставляя верующих.

Монастырь был известен своей благотворительной деятельностью. Он оказывал помощь бедным, сиротам, вдовам, предоставляя им пищу, одежду, кров. В периоды голода или эпидемий монастырь становился убежищем и источником поддержки для нуждающихся. Монахини ухаживали за больными, утешали скорбящих, проявляя истинное христианское милосердие. Так же монастырь вел обширное хозяйство. У него были свои земли, огороды, сады, скотный двор. Монахини занимались земледелием, животноводством, пчеловодством, что позволяло обители быть самодостаточной и обеспечивать себя всем необходимым. Излишки продукции продавались, а вырученные средства шли на нужды монастыря и благотворительность.

В 1926 году монастырь был закрыт и использовался для размещения воинских частей вплоть до 1993 года. Здание каменной церкви использовалось в качестве зала отдыха. Колокольня была разобрана до уровня первого яруса, все купола с барабанами также были сняты, а всё здание было покрыто единой крышей. Внутренние росписи стен храма были сбиты и закрашены, сохранились лишь малые их фрагменты в северном приделе и алтаре.

С обретением Россией духовной свободы в конце XX века начался процесс возрождения монастыря. В 1991 году обитель была возвращена Русской Православной Церкви. Начались масштабные реставрационные работы.

Архитектура Церкви Покрова в Орском монастыре — это современный храм, построенный с глубоким уважением к историческим формам. Он избегает прямого историзма, но бережно использует узнаваемый словарь древнерусского зодчества (кокошники, аркатурные пояса, луковичные главы), создавая духовно насыщенную и эстетически гармоничную среду для молитвы. Это здание-символ, которое через архитектуру рассказывает о вечных ценностях. Монастырь продолжает свою жизнь, сохраняя традиции и внося свой вклад в духовное и культурное наследие региона. Его архитектура, сочетающая в себе историческую ценность и красоту, привлекает паломников и туристов, желающих прикоснуться к истории и ощутить атмосферу умиротворения и веры.

Список литературы

1. Покровский женский монастырь // Православные исторические храмы Оренбуржья: научно-популярное справочное издание / Министерство культуры и внешних связей Оренбургской области [и др.]; авторы-составители: В.А. Рубин и другие. – Оренбург: Оренбургское книжное издательство им. Г.П. Донковцева, 2019. – С. 304-307.

2. Храм Покрова Пресвятой Богородицы – старейший храм в Орске из сохранившихся до наших дней // xn--80aabjhkiabkj9b0amel2g.xn--p1ai/post/pokro...

3. Храм Покрова Пресвятой Богородицы (бывшего женского монастыря) //www.orskeparh.ru/hram.php?i...

4. Храм Покрова Пресвятой Богородицы // orskpokrov.prihod.ru/

О НАЧЕРТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ, КАК СРЕДСТВЕ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЬЕКТОВ

Семагина Ю.В.[1], канд. техн. наук, доцент,
Ванчинова М.А.[2], канд. пед. наук, доцент
[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»,
[2]Филиал Российского государственного университета нефти и газа (НИУ) РГУ им. И.М. Губкина, город Оренбург

Всякий раз, когда речь идет о новейших разработках в машиностроительной, добывающей и перерабатывающей отраслях, следует помнить, что это невозможно без участия в процессе проектирования и производства, в той или иной форме, алгоритмов начертательной геометрии.

Как отмечал известный ученый В.И. Курдюмов, «чертеж – это язык техники, а начертательная геометрия - его грамматика»[1]. Языки, в подавляющем своем большинстве, являются сложными системами, включающими в себя подсистемы омонимов – одинаковых по написанию и звучанию, но разных по значению слов и словосочетаний. Для русского языка также характерно наличие таких элементов. Например, начертательная геометрия - раздел математики и начертательная геометрия – учебная дисциплина вузов, где реализуются инженерные направления подготовки.

В первом случае начертательная геометрия, базируясь на методе проецирования, изучает пространственные фигуры и методы решения пространственных задач при помощи построения их изображений на плоскости.

Вторая же, учебная дисциплина, ставит перед собой задачу развития пространственного воображения и конструктивно-геометрического мышления, способностей к анализу и синтезу пространственных форм и отношений на основе графических моделей пространства, практически реализуемых в виде чертежей технических объектов.

Из вышесказанного следует, что начертательная геометрия, как научное знание, изучает пространственные объекты и разрабатывает методы решения задач, связанных с ними. А начертательная геометрия, как учебная дисциплина, изучает методы и подходы к решению практических задач на основе теоретических исследований.

Анализ текущего положения начертательной геометрии за последнее столетие показывает, что часто смешиваются цели и задачи как самой науки, так и соответствующей учебной дисциплины.

Создавшаяся ситуация во многом может быть разрешена в результате изучения содержания учебной литературы по начертательной геометрии. Такой подход объясняется отсутствием возможности получить доступ к данным о содержании образовательных программ за последний век. Большинство

авторов, за редкими исключениями, рассматривает «технологию вычерчивания» ситуации для сформулированной «задачи». Основной метод начертательной геометрии - проецирование - «расслаивается» ими на отдельные самостоятельные методы (центральное, ортогональное, параллельное, косоугольное и т.д.) со своими, присущими только им, свойствами. Подавляющее большинство технических чертежей являются многокартинными. В базовом варианте (без дополнительных видов и проекций) двухкартинными. Чертеж создается по методу двух изображений.

Модель этого метода представлена на рисунке 1. Она почти полностью соответствует модели зрения человека (рисунок 2). В модели метода двух изображений результатом является двукартинный (комплексный) чертеж (рисунок 3), а в модели по схеме бинокулярного зрения в затылочной зрительной области формируется единое изображение, получивше название «оптическая иллюзия» (рисунок 4).

Иллюзия (от лат. *illūsio* — «заблуждение, обман») - это обман чувств, нечто кажущееся, то есть искажённое восприятие реально существующего объекта или явления, допускающее неоднозначную интерпретацию. Оптическая иллюзия также зрительная иллюзия - ошибка в зрительном восприятии, вызванная неточностью или неадекватностью процессов неосознаваемой коррекции зрительного образа, а также физическими причинами.

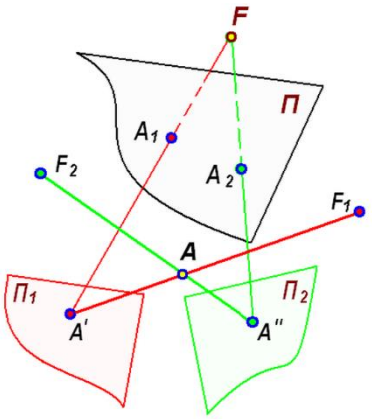


Рисунок 1- Метод двух изображений

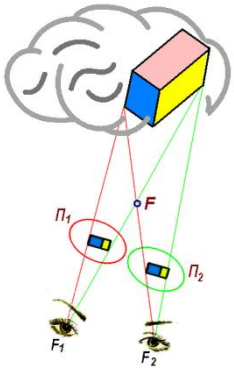


Рисунок 2 – Модель зрения человека

Примеры двукартинного чертежа (рисунок 3) и оптических иллюзий (рисунок 4) приведены ниже.

В геометрической модели метода двух изображений клише прообраза (точка ***A***) сначала получается на двух вспомогательных плоскостях (***П₁*** и ***П₂***), при проецировании из двух вспомогательных центров проецирования (***F₁*** и ***F₂***). Чертеж же получается на главной картинной плоскости ***П***, перепроецированием из главного центра ***F*** вспомогательных проекций ***A'*** и ***A''*** (рисунок 1).

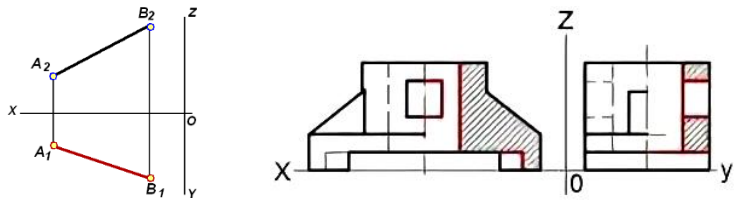


Рисунок 3 – Примеры двухкартинного чертежа

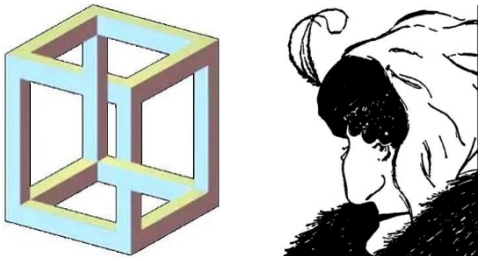


Рисунок 4 – Примеры оптических иллюзий

В зависимости от положения вспомогательных плоскостей и центров проецирования, а также положения главной картинной плоскости и главного центра проецирования, могут быть получены комплексный чертеж, аксонометрия или линейная перспектива. Да и чертежи в проекциях с числовыми отметками, где одна из проекций задаётся численно.

Основной задачей начертательной геометрии, как «грамматики чертежа», является задача выработать у студентов «систему управления» зрительным отделом мозга с целью формирования реальных оптических иллюзий, геометрических образов технических форм. Чаще всего инженернотехнические работники имеют дело со смешанными, то есть естественными иллюзиями, воссозданными самим человеком.

Причины оптических иллюзий исследуются как при рассмотрении физиологии зрения, так и в рамках изучения психологии зрительного восприятия. Зрительные иллюзии связаны с некоторыми ограничениями и погрешностями аппарата проецирования и интерпретации. Вместе с этим, при рассмотрении чертежа различными специалистами, возникающая у всех оптическая иллюзия не должна меняться. Технические чертежи должны трактоваться всеми потребителями технической информации единообразно.

Технические чертежи несут на себе информацию об объектах трехмерного расширенного Евклидова пространства $\boldsymbol{E_3^+}$, которое относится к линейным точечным пространствам. Его особенность состоит в том, что в нем заданы следующие действия: сложение и умножение на число [2]. Основной характеристикой объектов такого пространства является размерность, представляемая целым числом. Минимальная размерность у точки, она равна нулю. Размерость линии равна единице, плоскости (поверхности) – двум. Позиционные свойства определяются пересечениями, размерность (***P***) которых для $\boldsymbol{E_3^+}$ может быть определена, как $\boldsymbol{P = 3 - (n1+n2)}$, где ***n1*** и ***n2*** - размерности пересекающихся объектов. Это приводит к выводу о том, что две плоскости пересекаюся по прямой, прямая и плоскость – по точке, две прямые не пересекаются (скрещиваются).

Возможность зафиксировать точку имеется только в плоскости. Это позволяет говорить о том, что пересекающиеся прямые определяют плоскость. Рассмотрение симплексов трехмерного пространства, как ***k***-плокостей пространства $\boldsymbol{E_3^+}$, позволяет рассматривать их как результат пересечения гиперплоскостей (плоскостей на единицу меньшей размерности нежели само

пространство). Тогда прямая является результатом пересечения двух плоскостей (рисунок 5), а точка результатом пересечения трех двумерных плоскостей – гиперплоскостей (рисунок 6).

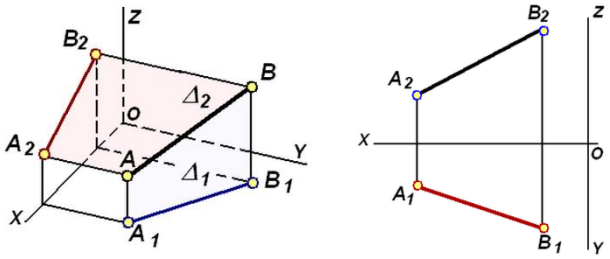


Рисунок 5 – Эпюр прямой

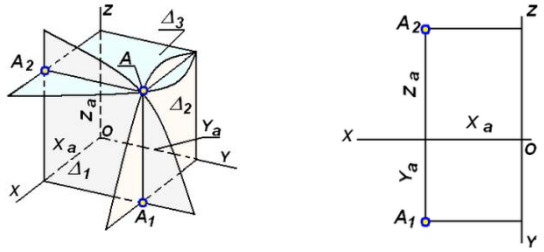


Рисунок 6 – Эпюр точки

Умение по чертежу определять положение симплексов по отношению друг к другу и плоскостям проеций чертежа в пространстве $\boldsymbol{E_3}^+$ позволяет перейти от «решения позиционных задач» к визуализации факта их взаимного расположения [3].

Традиционно принято все симплексы расширенного Евклидова пространства называть плоскостями, приписывая им размерность (0-плоскость –точка , 1-плоскость –линия, 2-плоскость – гиперплоскость и т.д.). Евклидова же плоскость представляется как множество точек, удовлетворяющих определённым соотношениям, которые можно выразить через расстояния и углы. На плоскости существуют две фундаментальные операции, называемые движениями. Одна из них — сдвиг, то есть смещение плоскости таким образом, чтобы каждая точка сместилась в одном и том же направлении на одно и то же расстояние. Другая — вращение вокруг фиксированной точки на плоскости, при котором все точки поворачиваются вокруг этой фиксированной точки на один и тот же угол. Эти движения и их суперпозиция и образуют систему линейных преобразований, реализующих в $\boldsymbol{E_3}^+$ метрику.

Анализ подходов к преподаванию курса графических дисциплин в российских вузах и длительного опыта работы авторов в вузах Оренбурга позволяет прийти к следующему заключению.

Представление начертательной геометрии как средства визуализации объектов расширенного Евклидова пространства позволяет практические задания традиционного раздела «Позиционные задачи» переместить на самостоятельную работу, освободив время на другие разделы. Методы работы с симплексами пространства, рассмотренные выше, позволяют логично перейти к работе с нелинейными элементами пространства. Раздел «Метрические задачи» целесообразнее рассматривать после линейных преобразований чертежа. Более тщательно следует знакомить студентов с методами конструирования кривых линий и поверхностей сложных технических форм.

При этом не стоит забывать мудрость древних: «Малому знанию не достичь большого познания. Опытом малого срока не постигнешь больших времен (успехов)» [4]. Старая и забытая истина напоминает нам, что и сегодня, несмотря на все достижения цифровых технологий, без достаточного объема

аудиторной нагрузки вряд ли можно добиться положительного эффекта при обучении студентов.

Список литературы

1. Курдюмов В.И. Курс начертательной геометрии. Отдел 1 [Текст] / В.И.Курдюмов. - Санкт-Петербург: Типогр. Ю. Н. Эрлих, 1895. - 404 с.

2. Линейная алгебра и многомерная геометрия / Н.В. Ефимов, Э.Р. Розендорн. - 3-е изд., стер. - М. : Физматлит, 2004. - 464 с. : ил. - ISBN 5-9221-0386-5

3. Семагина, Ю. В. Начертательная геометрия сегодня: проблемы и перспективы [Электронный ресурс] / Ю. В. Семагина, Е. С. Козик, М. А. Ванчинова // Геометрия и графика,2023. - Т. 11, № 4. - С. 43-51. . - 9 с

4. Чжуан-цзы Бронислава Виногродского. Книга о знании и власти / Бронислав Виногродский. – Москва: Эксмо, 2025. – 576 с.

СРАВНЕНИЕ МОНОЛИТНЫХ И СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Сидиков Р.Б., Зайцева К.Н.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Строительство зданий и сооружений требует тщательного выбора конструктивных решений, обеспечивающих надежность, долговечность и экономичность возводимых объектов. Среди множества вариантов особое внимание уделяется двум основным типам конструкций: монолитным и сборным. Монолитные конструкции изготавливаются непосредственно на строительной площадке путем заливки бетона в опалубку, тогда как сборные элементы предварительно производятся на заводах и доставляются на объект для монтажа.

Цель данного исследования заключается в проведении сравнительного анализа монолитных и сборных конструкций, выявлении их преимуществ и недостатков, а также определении оптимальных условий применения каждого типа конструкций. Для достижения поставленной цели будут рассмотрены технологические особенности возведения и экономические показатели обоих типов конструкций.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности строительства, снижения затрат и улучшения качества строительных работ. Результаты проведенного сравнения позволят сделать обоснованный выбор в пользу той или иной технологии, исходя из конкретных требований проекта и условий реализации.

Строительные сборные железобетонные конструкции заводского производства доставляют на площадку в готовом виде. Из блоков, плит перекрытий, панелей возводят строение после подгонки и соединения конструктивных элементов. Заводы производят конструкции в соответствии определенным стандартам, отличающиеся типоразмерами.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки сборных ж/б конструкций

Преимущества	Недостатки
1. Быстрая сборка с малыми затратами труда. 2. Скоростные темпы возведения зданий. 3. Возможность провести отделку фасада плиткой еще на заводе. 4. Технология мало зависит от благоприятной погоды. 5. Сборная конструкция не требует набора прочности и сооружение быстро вводят в эксплуатацию.	1. Сборное строительство почти в 2 раза дороже монолитного. 2. После сборки требуются дополнительные работы по заделке стыков и швов. 3. Строительные работы невозможны без тяжелой спецтехники. 4. Геометрия конструкций ограничена типоразмерами – нет выбора. 5. Сборный железобетон плохо справляется с динамическими нагрузками.

Монолитные конструкции возводят прямо на строительной площадке. Устанавливают арматуру в опалубку и заливают каркас бетоном. При такой технологии строительства возможна реализация проектов любой сложности и этажности.

Таблица 2 – Преимущества и недостатки монолитных ж/б конструкций

Преимущества	Недостатки
1. Невысокая себестоимость материалов. 2. Отсутствие стыков и швов. 3. Высокая вариативность формы конструкции, ее размеров и массы. 4. Монолитный железобетон хорошо справляется с динамическими и знакопеременными нагрузками.	1. Затратный по времени процесс требует высоких затрат труда, в том числе – ручного. 2. Наличие “мокрых” процессов в производстве. 3. Строение вводят в эксплуатацию только после набора прочности бетоном.

В каждом конкретном случае проводится сравнение технико-экономических показателей. Выбор варианта, сборный железобетон или монолит, определяется показателями экономической эффективности, рассчитанными применительно к условиям конкретного строительства.

Технологии возведения сооружений из сборных конструкций и монолитное строительство различаются и областями применения.

Таблица 3 – Основные отличия применения монолитных и сборных конструкций

Строительство из сборного железобетона	Монолитное строительство
1. Сжатые сроки строительства. 2. Большое количество однотипных унифицированных элементов в конструкции здания. 3. Относительно небольшая масса строительных деталей (максимум, 10,0 т).	1. Возведение массивных конструкций (фундаменты и фундаментные плиты, колонны и др.). 2. Сложная форма конструкции (переменное сечение, криволинейная и т.п.). 3. Сооружение под высокие динамические нагрузки (фундаменты под оборудование, аэродромное покрытие).

Таблица 4 - Области применения монолитных и сборных конструкций

Область применения	Монолитные конструкции	Сборные конструкции
Жилое строительство	Многоэтажные жилые дома, индивидуальные коттеджи, элитное жилье	Панельные многоэтажные дома, крупнопанельное домостроение
Коммерческая недвижимость	Офисные центры, торговые комплексы, гостиницы	Складские помещения, ангары, быстровозводимые объекты
Инженерные сооружения	Туннели, мосты, гидротехнические сооружения	Железнодорожные и автодорожные эстакады
Производственные здания	Заводы, фабрики, цеха	Каркасные промышленные постройки
Объекты инфраструктуры	Автостоянки, подземные парковки	Бетонные резервуары, очистные сооружения
Частные проекты	Фундаменты домов, бассейны	Балконные плиты, лестничные марши

Выбор конкретной технологии определяется целым рядом факторов, включая характер объекта, требования к срокам строительства, бюджетные ограничения и специфику эксплуатации строения. Монолитные конструкции чаще применяются там, где необходимы высокая прочность, гибкость проектирования и отсутствие швов. Сборные конструкции востребованы при массовом производстве стандартных элементов, быстром возведении и минимизации затрат на рабочую силу.

Учитывая вышесказанные факторы, для проекта подходят монолитные конструкции.

Местоположение производства и строительной площадки

- Монолитные конструкции: Основной материал (бетон) готовится на местном предприятии или прямо на площадке. Песок, щебень и арматуру также можно приобрести поблизости.

- Сборные конструкции: Готовые элементы обычно изготавливаются на удалённых заводах (например, Челябинск, Уфа). Доставлять их приходится автомобильным транспортом на значительные расстояния.

Объём грузоперевозок

- Монолитные конструкции: Потребление материалов умеренное, регулярная доставка малых партий позволяет эффективно управлять запасами.

- Сборные конструкции: Значительный объём тяжёлых элементов (панелей, плит, балок), требующих крупных машин для перевозки.

Тип транспортного средства

- Монолитные конструкции: Автомобили малой и средней грузоподъёмности, бетономешалки.

- Сборные конструкции: Специализированные автопоезда, фургоны.

Регулярность поставок

- Монолитные конструкции: Частые небольшие партии.

- Сборные конструкции: Редкая крупная партия готовой продукции.

Расчёт экономической эффективности

Сравниваем два варианта строительства многофункционального центра в Оренбурге:

- Строительство из монолитных конструкций:

Объем бетона: 4101,02 м^3

Скорость доставки машины АБС: 6-10 м^3/час

Расстояние: 15,2 км

Стоимость аренды машины за час: *3300* рублей

Стоимость самого бетона за м^3: *6170* рублей

Определение необходимого времени доставки: Машина способна перевозить от 6 до 10 м^3 в час. Примем среднее значение производительности машины: $v_{\text{сред}} = \frac{6+10}{2} = 8\ \text{м}^3/\text{час}$

Общее необходимое время доставки:

$$t = \frac{V}{v_{\text{сред}}} \tag{1}$$

где v – объём бетона, м^3;

$v_{\text{сред}}$ – значение производительности машины, м^3/час.

$$t = \frac{4101{,}02}{8} \approx 512{,}63 \text{ часа}$$

Расчёт затрат на аренду машины:

$$C_{\text{машины}} = t \times C_{\text{аренды}} \quad (2)$$

где t – общее необходимое время доставки, ч;
$C_{\text{аренды}}$ – стоимость аренды машины за час, руб/ч.

$$C_{\text{машины}} = 512{,}63 \text{ часа} \times 3300 \text{ руб./ч} = 1\,691\,679 \text{ руб}$$

Расчёт стоимости бетона:

$$C_{\text{бетона общ.}} = v \times C_{\text{бетона}} \quad (3)$$

где v – объём бетона, $м^3$;
$C_{\text{бетона}}$ – стоимость бетона за $м^3$, руб/$м^3$.

$$C_{\text{бетона общ.}} = 4101{,}02 \text{ м}^3 \times 6170 \text{ руб/м}^3 = 25\,299\,903{,}4 \text{ рублей}$$

Итоговая сумма расходов:

$$C_{\text{общая}} = C_{\text{машины}} + C_{\text{бетона общ.}} \quad (4)$$

где $C_{\text{машины}}$ - затраты на аренду машины, руб;
$C_{\text{бетона общ.}}$ – стоимость всего бетона, руб.

$$C_{\text{общая}} = 1\,691\,679 \text{ руб.} + 25\,299\,903{,}4 \text{ руб.} = 26\,991\,582{,}4 \text{ рублей}$$

Итого, суммарные расходы на доставку и покупку бетона составят примерно 26 991 582,4 рублей.

- Строительство из сборных конструкций:
Общая масса груза: 9842,448 тонн.
Машина для доставки Фургон SCANIA: 20 тонн за рейс
Расстояние: 545,5 км
Стоимость машины: *96 руб/км*
Стоимость одной плиты перекрытия: 29 300 рублей.
Необходимое число плит перекрытия: 912 шт.
Один рейс способен перевозить максимум *20* тонн. Значит, количество рейсов определим следующим образом:

$$N = \frac{m}{n} \quad (5)$$

где m – общая масса груза, т;
n – количество тонн перевозимых за один рейс = 20 т.

$$N = \frac{9842{,}448 \text{ т}}{20 \text{ т}} = 492{,}1224 = 493 \text{ рейса}$$

Полное расстояние, преодолеваемое всеми рейсами:

$$S = N \times s \quad (6)$$

где N – количество рейсов;
s – путь одного рейса, км.

$$S = 493 \times 545{,}5 \text{ км} = 268\,931{,}5 \text{ км}$$

Стоимость перевозки:

$$C_{\text{перевозки}} = C_{\text{машины}} \times S \quad (7)$$

где $C_{\text{машины}}$ – стоимость перевозки за 1 км, руб/км;
S – полное расстояние, преодолеваемое всеми рейсами, км.

$$C_{\text{перевозки}} = 96 \frac{\text{руб}}{\text{км}} \times 268\,931{,}5 \text{ км} = 25\,817\,424 \text{ руб.}$$

Стоимость сборных ж/б плит перекрытия:

$$C_{\text{плит общ.}} = N_{\text{плит}} \times C_{\text{плиты}} \quad (8)$$

где $N_{\text{плит}}$ – необходимое количество плит, шт;
$C_{\text{плиты}}$ – стоимость одной плиты, руб.

$$C_{\text{плит общ.}} = 912 \text{ шт} \times 29\,300 \text{ руб.} = 26\,721\,600 \text{ руб.}$$

Общая стоимость:

$$C_{\text{общая}} = C_{\text{перевозки}} + C_{\text{плит общ.}} \quad (9)$$

Где $C_{\text{перевозки}}$ – стоимость перевозки, руб;
$C_{\text{плит общ.}}$ – стоимость сборных ж/б плит перекрытия, руб.

$$C_{\text{общая}} = 25\,817\,424 \text{ руб.} + 26\,721\,600 \text{ руб.} = 52\,539\,024 \text{ руб.}$$

Итого, суммарные расходы на доставку и покупку сборных конструкций без учёта колонн составят 52 539 024 рубля.

Анализ показал значительное превышение транспортных расходов при использовании сборных конструкций вследствие больших расстояний доставки и большого объёма грузопотоков. Монолитные методы оказываются гораздо эффективнее с точки зрения транспортной составляющей бюджета строительства в городе Оренбурге.

Проведённое исследование позволило выявить ключевые различия между монолитными и сборными конструкциями в строительстве и определить условия оптимального применения каждой из них. Был проведен анализ технологических и экономических показателей продемонстрировав разнообразие подходов и возможностей современного строительного дела.

Одним из основных выводов стало подтверждение значимости учёта транспортных расходов при принятии решения о выборе технологии строительства. Анализ показал, что сборные конструкции характеризуются высокими транспортными издержками, связанными с доставкой громоздких и тяжёлых элементов на значительные расстояния. Это обстоятельство становится критическим фактором при строительстве объектов вдали от производственных предприятий.

Отсюда было принято обоснованное решение отдать предпочтение монолитным технологиям, которые демонстрируют значительную экономическую привлекательность за счёт уменьшения затрат на транспортировку материалов и увеличения доли местного сырья. Монолитные конструкции позволили обеспечить требуемый уровень надёжности и долговечности здания.

Таким образом, проведённый анализ показал, что грамотный выбор технологии строительства играет решающую роль в обеспечении успешности проекта и достижении поставленных целей.

Список литературы

1. Баженов Ю. М. Технология бетона, строительных изделий и конструкций : учебник / Ю. М. Баженов. – Москва : АСВ, 2018. – 312 с.

2. Несветаев Г. В. Бетон и железобетон : учебное пособие / Г. В. Несветаев. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2020. – 448 с.

3. Дарюхин А. Д. Сравнительный анализ технико-экономических параметров конструктивных систем жилых зданий / А. Д. Дарюхин, Н. И. Фомин // Молодой ученый. – 2018. – № 18. – С. 57–61.

4. Комар А. Г. Технология производства сборных железобетонных конструкций : учебник / А. Г. Комар. – Москва : Стройиздат, 2019. – 256 с.

5. Попов К. Н. Монолитный бетон : технология и организация работ / К. Н. Попов, М. Б. Каддо. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 384 с.

6. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции. – Москва : Госстрой СССР, 1988. – 192 с.

7. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. – Москва : Минстрой России, 2018. – 128 с.

8. Горев В. В. Железобетонные конструкции : учебник / В. В. Горев, Б. Ф. Васильев. – Москва : Высшая школа, 2022. – 512 с.

9. Технико-экономическое обоснование выбора конструктивных решений в строительстве : методические указания / сост. А. В. Гарасюта. – 2018. – 45 с.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ В УСЛОВИЯХ ЧЕРЕЗВЫЧАЙЫХ СИТУАЦИЙ

Спирина А. Ю., Дергунов С. А. канд. техн. наук, доцент,
Федосеенко Г. В., Барков И. А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В 2024 году в Оренбургской области произошла масштабная чрезвычайная ситуация, связанная с паводком и прорывом дамбы в Орске. Это привело к масштабному наводнению, эвакуации тысяч людей и значительным материальным потерям.

Паводок стал мощнейшим в истории региона. По данным МЧС, в результате чрезвычайной ситуации погибли 15 человек, пострадали более 311 тысяч.

Значительный ущерб понесла дорожная отрасль региона. Ущерб дорожной отрасли Оренбургской области в результате паводка на тот момент оценивался в 2,3 млрд рублей. Повреждено 275 участков автомобильных дорог общей протяжённостью 222,1 км. Кроме того, в результате паводка было повреждено девять мостов. Ориентировочная сумма ущерба по этим объектам составляла около 1 млрд рублей.

В период паводка вводились ограничения движения на дорогах регионального и межмуниципального значения. В марте 2024 года были закрыты низководные мосты в Акбулакском, Новоорском, Первомайском, Домбаровском районах, Кувандыкском и Соль-Илецком городских округах. В Соль-Илецком городском округе демонтировали понтонный мост через реку Илек, для обеспечения связи с тремя сёлами была организована временная лодочная переправа. Также фиксировались переливы талых вод через проезжую часть на некоторых участках дорог, что приводило к их закрытию для обеспечения безопасности.

Функционирование дорожной отрасли в условиях чрезвычайных ситуаций предполагает комплекс мероприятий, направленных на обеспечение движения сил и средств ликвидации чрезвычайной ситуации, эвакуацию пострадавших, доставку гуманитарной помощи и поддержание жизнеобеспечения населения. Это включает оперативное восстановление дорог, организацию альтернативных маршрутов, координацию действий различных служб и использование специализированной техники.

К основным задачам дорожного обеспечения при чрезвычайных ситуациях относят:

- Дорожная разведка — оценка состояния дорог, выявление повреждений и препятствий.
- Ремонт и восстановление повреждённого земляного полотна, дорожного покрытия, мостов и других искусственных сооружений.

- Прокладка основных и запасных маршрутов, а также рокадных путей для манёвра силами и средствами.
- Расчистка завалов — лесных, а также образовавшихся при разрушении путепроводов в местах пересечения дорог.
- Создание резервов строительных материалов и конструкций для оперативного реагирования.
- Оборудование новых и расширение существующих переездов через железнодорожные пути.
- Организация переправ при необходимости.

Регламент действий дорожных организаций при ликвидации чрезвычайной ситуации в Оренбургской области в 2024 году определялся комплексом нормативных актов, включая федеральные и региональные законы, указы губернатора, постановления правительства и положения о системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Основные документы и положения, регулировавшие деятельность в период паводка:

- Федеральный закон от 21 декабря 1994 года №68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». Устанавливает общие принципы организации и функционирования системы предупреждения и ликвидации ЧС, включая обязанности органов власти и организаций.
- Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2003 года №794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций». Определяет структуру и порядок функционирования единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС.
- Закон Оренбургской области от 28 февраля 2022 года №235/90-VII-ОЗ «О регулировании отдельных вопросов в области защиты населения и территорий Оренбургской области от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». Закрепляет региональные особенности регулирования в сфере ЧС.
- Постановление Правительства Оренбургской области от 30 ноября 2009 года №1593-п «Об утверждении положения об Оренбургской территориальной подсистеме единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций». Определяет структуру и порядок работы региональной подсистемы.
- Указ губернатора Оренбургской области от 4 апреля 2024 года №103-ук «О введении на территории Оренбургской области режима чрезвычайной ситуации регионального характера». Ввёл режим ЧС в связи с паводком, установил региональный уровень реагирования, возложил руководство ликвидацией ЧС на первого вице-губернатора и определил задачи органов власти. В частности, Министерству строительства, жилищно-коммунального, дорожного хозяйства и транспорта Оренбургской области предписывалось принять меры по обеспечению безопасности жизнедеятельности населения в период паводка.

- Постановление Правительства Оренбургской области от 29 декабря 2020 года №1266-пп «Об утверждении положения об организации и о проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ при чрезвычайных ситуациях межмуниципального и регионального характера, а также поддержании общественного порядка в ходе их проведения на территории Оренбургской области». Определяет порядок организации и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ, включая координацию действий различных служб и организаций.

Основные мероприятия в которых приняли участие дорожные организации в рамках ликвидации последствий паводка включали:

- обследование повреждённых участков дорог;
- ликвидацию технологических съездов и объездных дорог;
- демонтаж временных труб;
- засыпку промоин в землеполотне;
- устройство временных водопропускных труб и объездных дорог;
- восстановление дорожного полотна на повреждённых участках.

Координация действий осуществлялась через органы управления Оренбургской территориальной подсистемы единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС. Министерство строительства, жилищно-коммунального, дорожного хозяйства и транспорта Оренбургской области играло ключевую роль в организации восстановительных работ.

Таким образом, действия дорожных организаций в период черзвычайной ситуации в Оренбургской области в 2024 году регулировались как общими нормативными актами о ЧС, так и специфическими документами, принятыми в связи с паводком, а также включали конкретные технические мероприятия по восстановлению инфраструктуры.

Паводок 2024 года нанес значительный ущерб дорожной инфраструктуре Оренбургской области, что потребовало масштабных восстановительных работ с привлечением федеральных и региональных средств.

Список литературы

1. Федеральный закон от 21 декабря 1994 года №68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
2. Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2003 года №794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».
3. Закон Оренбургской области от 28 февраля 2022 года №235/90-VII-ОЗ «О регулировании отдельных вопросов в области защиты населения и территорий Оренбургской области от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
4. Постановление Правительства Оренбургской области от 30 ноября 2009 года №1593-п «Об утверждении положения об Оренбургской

территориальной подсистеме единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».

5. Указ губернатора Оренбургской области от 4 апреля 2024 года №103-ук «О введении на территории Оренбургской области режима чрезвычайной ситуации регионального характера».

6. Постановление Правительства Оренбургской области от 29 декабря 2020 года №1266-пп «Об утверждении положения об организации и о проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ при чрезвычайных ситуациях межмуниципального и регионального характера, а также поддержании общественного порядка в ходе их проведения на территории Оренбургской области».

ВЫБОР НАПОЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ СКЛАДА: КРИТЕРИИ, МАТЕРИАЛЫ, РЕШЕНИЯ

Тевс Е.А., Ильина А.А., канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Аннотация: Статья посвящена сравнению характеристик и особенностей двух типов полов, используемых в современном строительстве: классических монолитные железобетонные и полы из сталефибробетона. Проведен анализ их технических характеристик, области применения, достоинств и недостатков, рассмотрены конкретные примеры реализации проектных решений с использованием двух видов полов.

Ключевые слова: монолитный железобетон, технические характеристики, область применения, достоинства и недостатки, напольные покрытия, экономическая эффективность.

Полы являются одним из важнейших конструктивных элементов здания, обеспечивающих комфорт, безопасность и функциональность помещений. В зависимости от назначения помещения на стадии проектирования выбирается наиболее подходящий вариант с точки зрения экономической эффективности, надежности и эстетических характеристик [1].

Рассматривая варианты устройства полов в складских помещениях важно учитывать назначение склада, нагрузку, интенсивность движения грузовой техники и тд.

В таблице 1 представлены типы полов для складских помещений и их характеристики.

Таблица 1 – Требования к материалам и поверхности полов складских помещений

Материалы покрытия	Основные характеристики	Применение	Нормативные требования
1	2	3	4
Бетонное (цементно-бетонное или цементно-песчаное)	Класс бетона В15-40, толщина 20-50 мм (мин. 120 мм на грунте). Упрочнение сухими смесями на мокрый бетон. Низкое пылеобразование, выдерживает большие нагрузки.	Склады с высокой интенсивностью движения техники, общие склады.	СП 29.13330.2011 (табл. 3, 4); (учет нагрузок от грузов).
Полимерное (эпоксидное или полиуретановое наливное)	Толщина 1,5-4 мм, на бетонной основе. Химическая стойкость к маслам, кислотам, щелочам. Антистатическое, беспыльное.	Склады с химикатами, чистыми помещениями, пищевыми пр.	СП 29.13330.2011 (для средней/большой интенсивности жидкостей);
Асфальтобетонное	Толщина 20-25 мм, на жесткой основе. Жесткие/литые смеси с битумом, агрегатами (диабаз, кварц для стойкости).	Производственные склады с умеренными нагрузками,	СП 29.13330.2011 (для промышленных)

		животноводческие (уклон 3-5%).	
Плиточное (керамическое, кислотоупорное, металлическое)	Толщина 9-13 мм (керамика), 20-30 мм (металл). На прослойке из раствора или песка. Стойкое к ударам, жидкостям.	Склады с агрессивными средами, тяжелыми ударами (металлические плиты).	СП 29.13330.2011 (не допускается падение предметов для керамики); ГОСТ 6787-80.
Модульное (ПВХ-плитки с замковым соединением)	Выдерживает нагрузки до 50 т, толщина 4,5-25 мм. Легко монтируется, антистатическое.	Склады с низкими нагрузками, временные покрытия.	СП 29.13330.2011 (для общественных/складских);
Кислотостойкое бетонное (на жидком стекле)	С натриевым жидким стеклом, кварцевыми агрегатами. Стойкое к кислотам/щелочам.	Химические склады.	СП 29.13330.2011

В СП 118.13330.2022 Общественные здания и сооружения. Указаны следующие требования по устройству полов в складских помещениях:

- должны быть выполнены из негорючих материалов (НГ) и иметь сертификат пожарной безопасности [2];
- иметь беспыльные, легко очищаемые покрытия;
- уклоны 0,5-2% для стока жидкостей в трапы, без пустот в конструкции;
- истираемость ≤0,12 г/см^2.;
- толщина покрытия по интенсивности нагрузки (например, бетон 20-50 мм, В15-В40). Деформационные швы 6-12 м. Уклоны 0-6% (в зависимости от жидкостей). Жесткий подстилающий слой при агрессивных воздействиях [3].

Для устройства пола складского помещения распределительного центра «ОЗОН» (рисунок 1, 2) в соответствии с требованиями нормативных документов были выбраны два вида: 1 – монолитные ж/б полы с верхним и нижним армированием (далее ж/б); 2 – сталефибробетонные (далее СБФ) полы с нижним армированием. Эти технологии обладают рядом уникальных преимуществ, позволяющих эффективно решать задачи по возведению надежных и долговечных покрытий складских помещений [4].

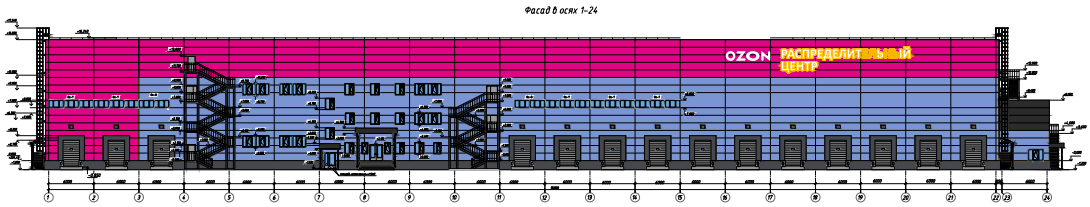


Рисунок 1 – Фасад 1-24

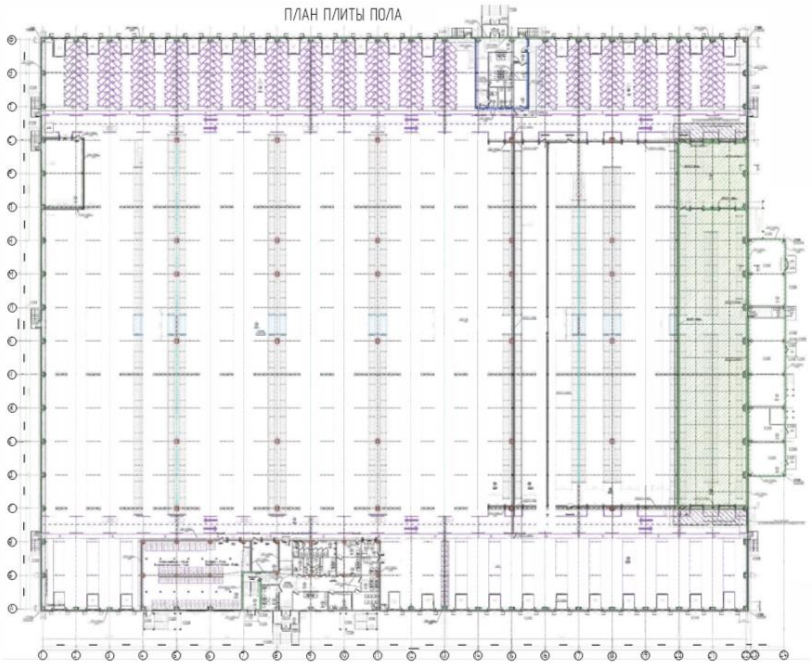


Рисунок 2 – План плиты пола

Монолитные железобетонные полы (рисунок 3а) представляет собой композитный материал, состоящий из бетона и стальной арматуры. Бетон обеспечивает прочность и устойчивость к сжатию, а арматура придает дополнительную гибкость и способность выдерживать растягивающие нагрузки [5].

СБФ (рисунок 3б) является инновационным материалом, представляющим собой бетон, армированный мелкими металлическими волокнами. Эти волокна равномерно распределяются в объеме материала, обеспечивая равномерное распределение нагрузок и повышение устойчивости к трещинам [6].

а) б)

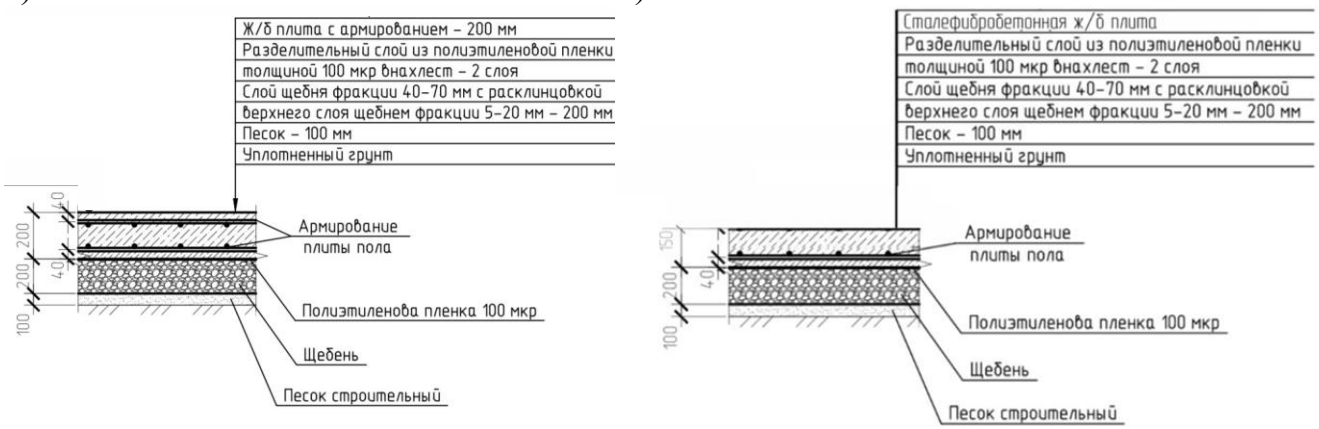


Рисунок 3 – Состав пола а) вариант 1; а) вариант 2

В таблице 2 представлен сравнительный анализ двух видов полов.

Таблица 2 – Достоинства и недостатки двух типов полов

Вариант 1 – Монолитные ж/б полы		Вариант 2 – Полы из сталифибробентона	
достоинства	недостатки	достоинства	недостатки
Предсказуемость поведения	Трудоемкость монтажа	Повышенная трещиностойкость	Более высокая стоимость материала (на 15-40% дороже обычного бетона)
Универсальность	Трещинообразование	Ударная вязкость	Ограничения по армированию
Экономичность при больших объемах и стандартных решениях	Возможность коррозии арматуры при недостаточной защите	Возможность уменьшения толщины плиты при сохранении несущей способности	Специфические требования к укладке и уплотнению
Возможность создания сложных форм за счет гибкости арматурного каркаса	Большой вес увеличивает нагрузку на фундамент	Повышенная долговечность в агрессивных средах	Ограниченная огнестойкость при использовании некоторых типов фибры
Огнестойкость способным выдерживать воздействие высоких температур продолжительное время без потери несущей способности		Технологичность	
		Износостойкость	
Ориентировочная сметная стоимость устройства полов склада озон, S= 253,491 м^2			
72 960 588,85 руб.		58 601 333,4 руб.	

Учитывая данные представленные в таблице 1, 2 можно сделать вывод о том, что СФБ полы значительно превосходят конструкции из ЖБ по следующим нескольким показателям.

Трудоёмкость работ по сравнению с классическими железобетонными покрытиями, за счет снижения площади армирования в 2 раза. Использование фибры позволяет убрать армирование в верхней части плиты пола, что значительно ускоряет процессы монтажа и сокращает трудозатраты рабочих бригад [7].

Сметная стоимость устройства полов из СФБ составляет 58 601 333,4 руб., что на 19% стоимости первого варианта покрытия пола из монолитного ж/б. Это связано с уменьшением объёма стали, поскольку наличие волокнистых включения стальной фибры повышают прочностные характеристики состава. Таким образом, общая стоимость расходуемых материалов ниже, что ведет к экономии бюджета. Вместе с этим экономия возникает и на оплате труда работников, так как сокращаются временные затраты на монтаж и установку дополнительной арматуры [8].

Срок эксплуатации: высокая прочность и устойчивость к различным видам нагрузок обеспечивают длительную службу напольных покрытий из СФБ. Полы меньше подвержены образованию микротрещин и сколов, требуют минимального обслуживания и ремонта, что увеличивает межремонтный период и экономит средства владельцев объекта.

Таким образом, внедрение СФБ полов обеспечивает сокращение трудовых усилий, уменьшение расходов на материалы и оборудование, повышение скорости выполнения работ и увеличение срока эксплуатации покрытий. Эти факторы делают этот строительный материал предпочтительным решением для многих типов сооружений и увеличивают рентабельность инвестиций застройщиков и инвесторов.

Список литературы

1. Иванов И.И., Петров А.А. Особенности проектирования железобетонных плит // Строительные конструкции. – 2023. – № 4. – С. 85-92.

2. Сидоров Г.Г. Исследование свойств сталефибробетонных конструкций // Вестник строительной науки. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 115-122.

3. Коновалова О.Н. Анализ эксплуатационных характеристик сталефибробетонных плит / О.Н. Коновалова, Е.В. Сергеева // Современные технологии строительства. – 2021. – № 3. – С. 140-147.

4. ГОСТ Р 57839-2017. Плиты перекрытий железобетонные предварительно напряженные. Общие технические условия. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 24 с.

5. Павлов Д.С. Практическое руководство по проектированию сталефибробетонных конструкций. – СПб.: СтройИздат, 2020. – 280 с.

6. Красильников Ю.Ю. Проектирование и расчет строительных конструкций из фибробетона // Научные труды молодых ученых МГСУ. – 2022. – Вып. 12. – С. 56-64.

7. Морозов Ф.Ф. Технология производства и применение сталефибробетонных изделий // Строительство и архитектура. – 2023. – № 2. – С. 75-82.

8. Гурьева Виктория Александровна, Белова Татьяна Константиновна Свойства цементных растворов, дисперсно армированных модифицированным микроволокном // Вестник ОГУ. 2015. №13 (188).

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ИНТЕГРАЦИИ BIM-МОДЕЛИ ЗДАНИЯ С РАСЧЕТНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

Ткачев Д.А., Аркаев М.А., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Подход к проектированию строительных объектов, состоящих из разных отдельных чертежей, кардинально изменился, сместив фокус на создание параметрических моделей в BIM среде. Однако наиболее сильно BIM раскрывается при возможности интегрироваться со специализированными инженерными комплексами для расчетов [1].

Традиционный, до сих пор распространенный подход, при котором конструктор создает модель, а инженер-расчетчик вручную воссоздает геометрию в своей программе, не только трудоемок, но и чреват критическими ошибками. Риски потери точности, возникновения несоответствий между проектной и расчетной схемами, а также временные затраты на синхронизацию изменений делают такой процесс неэффективным.

Таким образом, интеграция BIM и расчетных систем становится не просто удобным инструментом, а ключевым элементом современного цифрового проектирования. Она обеспечивает сквозной поток данных, минимизирующий ручной труд, автоматизирующий передачу параметров и обеспечивающий ценную обратную связь от расчетов обратно в BIM-модель [2].

Методы интеграции BIM-моделей с расчетными комплексами.

В практике существует несколько основных подходов к интеграции, каждый из которых имеет свои недостатки и преимущества.

1. Открытые форматы данных IFC, SAF, XML.

Данный подход основан на использовании промежуточных файлов, которые доступны к чтению как в BIM программах, так и в расчетных комплексах.

IFC (Industry Foundation Classes) - это международный открытый стандарт (ISO 16739), разработанный для обмена данными между различными программными решениями в строительстве. Его основное преимущество – универсальность. Практически все основные BIM-платформы и многие расчетные комплексы поддерживают импорт и экспорт файлов формата IFC. Это позволяет наладить взаимодействие программной среде [3].

SAF (Structural Analysis Format) - специализированный формат, разработанный ведущими разработчиками инженерных ПО для более точной передачи именно расчетной информации (сетки конечных элементов, условия закрепления, нагрузок). Он менее распространен, чем IFC, но более точен для задач структурного анализа.

XML и другие пользовательские схемы: Некоторые связки программ используют собственные XML-схемы для обмена. Например, определенные

конвертеры для передачи данных из Revit в ЛИРА-САПР могут быть построены на XML-базе, что позволяет гибко настраивать передаваемые параметры, [4].

Данный подход обеспечивает широкий охват программ, он распространяется бесплатно и нет необходимости покупать дополнительные модули для основных ПО. Главный недостаток этого метода - потеря информации при упрощении модели. При работе с большими и сложными моделями, зачастую, в элементах геометрии теряются связи между элементами. Также могут происходить потери жесткостей и нагрузок. Этот метод требует обязательной коррекции полученной расчетной схемы, что несколько усложняет работу с крупными структурами.

2. Специализированные плагины и модули прямого обмена.

Для преодоления ограничений открытых форматов разработчики создают модули для прямого перехода между конкретными программами. Яркий пример - плагин LiraLink для связи Autodesk Revit и ЛИРА-САПР.

В отличие от экспорта через IFC, LiraLink работает как встроенный модуль в интерфейсе Revit. Он позволяет не просто передать геометрию, а настроить расчетные параметры прямо в среде BIM: назначить типы конечных элементов, условия опирания, собрать нагрузки. Плагин обеспечивает двусторонний обмен: после расчета в ЛИРА-САПР, результаты (усилия, перемещения, подобранная арматура, сечения) могут быть переданы обратно в Revit и визуализированы или записаны в параметры элементов.

Главными преимуществами данного подхода является - сохранение параметрической информации, высокий уровень автоматизации, удобный пользовательский интерфейс, возможность двустороннего обмена, минимизация ошибок.

Но данные модули требуют вложения средств, а также работают лишь с конкретными программами. Для других связок (например, Tekla + SCAD) существуют свои аналогичные решения, которые также приобретаются отдельно.

3. Интеграция в рамках единой экосистемы (AEC Collection, Allplan) и технология прямого моделирования.

Некоторые компании предлагают комплексные решения, где BIM-моделирование и расчет выполняются в рамках одной программной экосистемы.

Единая экосистема: например, подписка Autodesk AEC Collection включает как Revit для моделирования, так и Robot Structural Analysis для расчетов. Их интеграция глубже, чем через плагины, хотя также имеет свои нюансы.

4. Прямое моделирование в расчетном комплексе - альтернативный подход, при котором единая модель создается и развивается непосредственно в мощной расчетной среде, например в ЛИРА-САПР или SCAD Office. В этом случае сама расчетная программа выступает в роли BIM-инструмента для конструктора. Это обеспечивает идеальную точность расчетной схемы, но может уступать в удобстве архитектурно-строительного моделирования и совместной работы на ранних этапах.

Преимущества: высокая степень согласованности, минимальные потери данных, оптимизированный рабочий процесс внутри одной системы. Недостатки: создает «замкнутые» экосистемы, ограничивает свободу выбора программного обеспечения, может быть дорогостоящим.

Выбор оптимального способа интеграции зависит от нескольких факторов, основными критериями являются:

Масштаб и сложность проекта: для типовых и небольших объектов может быть достаточно IFC. Для уникальных, сложных объектов критически важна точность, поэтому предпочтительны прямые плагины или единые экосистемы.

Состав проектной команды и используемое ПО: если все работают внутри продуктов одного производителя, логично использовать его встроенные возможности.

Требуемая глубина интеграции: оценивается необходимость идеального переноса геометрии или полный двустороннего обмена параметрами и результатами.

Использование открытых форматов бесплатно, в то время как специализированные плагины и экосистемы требуют дополнительных вложений.

Проблемы и вызовы интеграции.

Несмотря на очевидные преимущества, массовая интеграция BIM и расчетных комплексов сталкивается с рядом системных проблем:

Разрывы и потеря данных – это основная техническая проблема. Даже лучшие плагины не могут гарантировать полную передачу смысла и логики модели. Различие в классификации элементов, способах задания связей и нагрузок между программами ведет к необходимости контроля со стороны опытного инженера [5].

Отсутствие единых стандартов детализации для расчета: уровень развития модели для архитектурной визуализации и для нелинейного расчета весьма отличаются, но нет четких норм, какой уровень детализации требуется для передачи в тот или иной комплекс, что приводит либо к избыточности, либо к недостаточности информации.

Правовые и организационные барьеры - юридический статус расчетной модели, экспортированной из BIM, часто неясен. Кто несет ответственность за ее правильность, разработчик BIM-модели или инженер-расчетчик, принявший её. Требуется изменение регламентов и распределения ответственности в проектных институтах.

Квалификация кадров: проектировщикам необходимо понимать основы формирования расчетных схем, а расчетчикам - принципы работы BIM-программ. Дефицит таких совмещенных специалистов тормозит развитие отрасли.

Высокая стоимость комплексных решений: лицензии на плагины, мощное ПО и обучение персонала требуют значительных вложений, что может быть препятствием для небольших компаний.

Интеграция BIM и расчетных комплексов является закономерным и необходимым этапом цифровизации строительной отрасли, позволяющим преодолеть разрозненность процессов, сократить сроки проектирования и повысить качество проектной документации.

Существует большой спектр методов интеграции - от универсальных, но неполных, до специализированных, эффективных. Выбор метода должен быть осознанным и основываться на специфике проекта, ПО и требуемых задачах.

Специализированные плагины и модули прямого обмена на сегодняшний день представляют собой наиболее практичный и эффективный компромисс для ответственных проектов, обеспечивая высокую степень автоматизации при сохранении контроля.

Основные проблемы носят не столько технологический, сколько системный характер. Ключевыми вызовами являются совместимость моделей, отсутствие нормативной базы, вопросы ответственности и нехватка специалистов.

Дальнейшее развитие направления видится в развитии и более строгом применении открытых стандартов, а также, в связи с развитием искусственного интеллекта, создании сред, способных автоматически адаптировать уровень детализации модели под конкретную расчетную задачу. Только совместные усилия разработчиков ПО и образовательных учреждений позволят преодолеть существующие барьеры и в полной мере реализовать потенциал сквозного цифрового проектирования.

Список литературы

1. Коровина М. Д. Сложности перехода к BIM-проектированию / М. Д. Коровина, А. А. Шавва // Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. - 2016. - 4 с.

2. Нечаев А. А. Интероперабельность систем информационного моделирования зданий / А. А. Нечаев // Шаг в науку. - 2023. - № 4. - С. 70-78.

3. Рылько М. А. Компьютерные технологии в архитектурно-строительном проектировании / М. А. Рылько // Промышленное и гражданское строительство. -2016. - № 4. - С. 67-71.

4. Volk R. Building Information Models (BIM) for existing buildings - literature review and future needs / R. Volk, J. Stengel, F. Schultmann // Automation in Construction. - №38. – P. 109-127.

5. Султанов Ш. Интероперабельность программного обеспечения при проектировании сложных геометрических форм в BIM / Ш. Султанов, А.А. Кукина // Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – 2021. - 18 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЖИЛОГО МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА

Трунов М.А., Сапрыкина Т.К., канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Одним из главных условий комфортной среды обитания человека является защита от шума.

Шумы, проникающие в жилые помещения, подразделяются на внешние и внутренние. Внутренние шумы в свою очередь подразделяются на бытовые и механические. К механическим относят конструкционный (структурный) шум (например, шумы, связаны с работой инженерного и санитарно-технического оборудования). К бытовым относят воздушные и ударные шумы.

Организационно-технические средства защиты от шума связаны с разработкой более совершенных малошумных конструкторских решений, норм предельно допустимых уровней шума станков, агрегатов, транспортных средств и т. д.

Защита от шума акустическими средствами предполагает:

- звукоизоляцию (устройство звукоизолирующих кабин, кожухов, ограждений, установку акустических экранов);
- звукопоглощение (применение звукопоглощающих облицовок, штучных звукопоглотителей);
- глушители шума.

Решить проблему шумового загрязнения может правильное использование разработанных конструкций звукоизоляции помещений жилых, общественных и промышленных зданий.

Звукоизоляция жилых квартир достаточно серьезная проблема, существующая при всех возможных конструктивных схемах жилых зданий.

Шум представляет собой волнообразно распространяющееся механическое колебательное движение упругой среды, носящее случайный характер, достаточно негативно влияющее на здоровье человека, оказывающее вредное влияние на зрительные и вестибулярные анализаторы, способствующее увеличению числа всевозможных заболеваний, так как шум угнетающе действует на психику.

В жилых зданиях в основном возникает воздушный шум – это различные виды шума от бытовых приборов, к ним также относят громкие разговоры, музыку, работающие теле- или радиоприемники и пр. [1].

Для того, чтобы защититься от шумового воздействия многие производители звукоизоляционных материалов предлагают использовать различные конструкции звукоизоляции и звукопоглощения с использованием производимой ими продукции. Но, несмотря на большой перечень выпускаемых звукоизоляционных материалов, проблема выбора оптимального

варианта довольно затруднительна, так как кроме требований по звукоизоляции материал должен отвечать еще ряду требований: экологичность, экономичность, долговечность, и д.р. [2].

На сегодняшний день производители звукоизоляционных материалов предлагают множество вариантов, а так как производство звукоизоляции сделало большой шаг вперед, то выбрать наиболее оптимальный вариант звукоизоляции не просто. Современные технологии позволяют создавать достаточно тонкие панели, которые по своим свойствам не уступают каркасным многослойным конструкциям. Звукоизоляционные панели – это универсальная комбинированная звукоизоляционная система, представляющая собой плитный материал, используемый для защиты от шума помещений жилого и общественного назначения [5].

Такие панели характеризуются рядом свойств, которые представлены ниже в таблице 1.

Таблица 1. Свойства звукоизоляционных панелей

№	Наименование		Средняя стоимость руб/м2	Пожароопасность звукоизоляционной панели	Трудоемкость чел.-ч
	Фирма (страна производитель)	Материал (толщина)			
1	2	3	4	6	
1	Sound-Guard (Россия)	ЭкоЗвукоИзол (13 мм)	1355,00	Г2/В2/Д2/Т1/ КМ1	1,79
2	Компания Акустик Групп (Россия)	ЗИПС-Модуль (83 мм)	3807,00	Г1/В1/Д1/Т1/ КМ1	1,26
3	Phone-Star (Германия)	PhoneStar Триплекс (12 мм)	1311,00	Г4/В2/Д2/Т1/ КМ3	0,87
4	ООО «Тихо Групп» (Россия)	TICHO P (PRAKTISCH) (15 мм)	1420,00	Г3/В2/Д2/Т1/ КМ3	1,75
5	Skano (Эстония)	ISOPLAAT (25 мм)	1186,00	Г4/В3/Д3/Т3/ КМ5	0,87
6	«Knauf» (Россия)	ГКЛ (12,5 мм)	240,00	Г1/В3/Д1/Т1/ КМ1	0,83
7	ТехноНИКОЛЬ (Россия) [7]	ТЕХНОБЛОК (50 мм)	97,00	НГ/КМ0	0,89
8	ТехноНИКОЛЬ (Россия) [7]	ТЕХНОБЛОК (100 мм)	194,00	НГ/КМ0	1,79

Наиболее распространенный материал, производимый российской компанией SoundGuard является звукоизоляционная панель ЭкоЗвукоИзол, предназначенная для звукоизоляции потолка, стен, пола и перегородок,

подходит для каркасных и бескаркасных конструкций. Панель представляет собой прочный семислойный картонный профиль, заполненный термически обработанным минеральным кварцевым наполнителем специально подобранной грануляции.

Компания Акустик Групп производит множество различных звукоизолирующих и звукопоглощающих материалов, наиболее востребованный и новый материал – это линия панелей ЗИПС. Самая продаваемая панель ЗИПС-Модуль, предназначенная для звукоизоляции потолка, стен, пола и перегородок. Данная панель может быть использована для каркасных и бескаркасных конструкций или в качестве среднего слоя. Панельная звукоизолирующая система ЗИПС--Модуль состоит из сэндвич-панелей и специальных финишных гипсокартонных листов AKU-line. Сэндвич-панель Модуль представляет собой комбинацию слоя ГВЛ и штапельного стекловолокна Шумостоп [4].

Немецкая компания PhoneStar производит звукоизоляционную панель PhoneStar-Триплекс, которая применяется для звукоизоляции пола, стен, потолка или для межкомнатных перегородок. Данная звукоизоляционная система является абсолютно экологически чистым, материалом, так как производится из дерева (прессованного картона) и камня (минерального заполнителя).

Санкт-Петербургская компания ООО «ТихоГрупп» производит ряд звукоизоляционных систем TICHO, наиболее популярным вариантом является звукоизоляционная панель TICHO P (PRAKTISCH), применяемая для каркасных и бескаркасных систем звукоизоляции стен, подвесных систем потолка, при монтаже сухого пола, и т.д. Панель состоит из прочного девятислойного целлюлозного гофрокартона высокой плотности, специального сечения, заполненного мультифракционной полевошпатово-кварцевой композицией с применением виброуплотнения, изготовлена по антирезонансной технологии TARS.

Эстонская компания Skano создает экологически чистый звукоизоляционный плитный материал ISOPLAAT, который не опасен для детей, аллергиков, астматиков, так как при производстве плит применяется только горячее прессование и сушение. Плиты ISOPLAAT целесообразно использовать для каркасных конструкций, звукоизоляции стен, потолков [6].

Исходя из характеристик пожароопасности наиболее безопасными материалами являются: ЭкоЗвукоИзол, ЗИПС-Модуль, ГКЛ и ГКЛ с Техноблоком. Материалом непригодным для жилого строительства является ISOPLAAT так как имеет высший класс пожароопасности КМ5.

Рассматривая трудозатраты на устройство 1 м2 звукоизоляции, наименее трудоемкой конструкцией является устройство звукоизоляции с применением ГКЛ, ГКЛ с техноблоком, ISOPLAAT и PhoneStar. Конструкции с применением других материалов получаются достаточно трудоемкими.

Сравнивая стоимость 1 м2 конструкции звукоизоляции получается, что наиболее дешевым вариантом является устройство звукоизоляции из ГКЛ, ГКЛ

с техноблоком. Стоимость устройства звукоизоляции с применением звукоизоляционных панелей ЭкоЗвукоИзол, ЗИПС-Модуль, PhoneStar и TICHO P превышает 2 тыс. рублей за 1 м2.

Таким образом, в зависимости от класса жилья (эконом-класс, комфорт-класс, бизнес-класс и элитный класс), наиболее рациональным вариантом по техническим характеристикам для элитного или бизнес-класса жилья подойдет звукоизолирующая система ЗИПС-Модуль, являющаяся достаточно дорогой.

Для жилья комфорт-класса подходит звукоизоляционная панель PhoneStar Триплекс, имеющая средние характеристики по всем рассмотренным параметрам.

Для жилья эконом-класса может подойти дешевый и наименее трудоемкий вариант устройство звукоизоляции из ГКЛ с техноблоком, технические характеристики которого превышают нормативное значение, а следовательно, могут быть применены в жилом здании.

Список литературы

1. Иващенко, О. Н. Акустический шум и его воздействие на человека / О. Н. Иващенко, А. О. Алтухова; // Наука и современность № 4-2, 2010 – С. 4;
2. СП 23-103-2003 Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий / Москва: Госстроя России 2003 – 46 с.;
3. Е.Ф. Березовский Акустика в архитектуре / Березовский Е.Ф. // Естественные и технические науки №5 2007 – С. 94–96;
4. Строительные материалы. // Москва: № 10 2004 – С. 16-28;
5. А.Г. Боганик Эффективные конструкции для дополнительной звукоизоляции помещений / Боганик А.Г. // Строительные материалы. № 10 2004 – С. 18-22;
6. И.А. Христофорова Звукопоглощающий материал на основе поливинилхлорида / И.А. Христофорова // Строительные материалы. № 10 с 2004 – С. 28-30;
7. Руководство по проектированию и устройству звукоизоляции строительных конструкций/ корпорация ТехноНИКОЛЬ 2012г

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ШЛАКОВ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ В СОВРЕМЕННЫХ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Федосеенко Г. В., Дергунов С. А. канд. техн. наук, доцент,
Спирина А. Ю., Бикитеев А. Э.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Техногенные отходы металлургического производства — это побочные продукты, образующиеся в процессе производства чугуна, стали и их передела. Они могут быть в виде твёрдых, жидких, газообразных веществ, а также в виде отвалов и шламонакопителей.

В России чёрная металлургия сконцентрирована в нескольких ключевых регионах, сформировавшихся вокруг крупных месторождений сырья и топливных баз. Основные центры сосредоточены в Уральском, Центральном, Северо-Европейском и Сибирском районах.

По данным на 2024 год, в Уральском регионе общий объём отвалов шлаков чёрной металлургии составлял около 70 млн тонн. Точные данные по объёмам шлаков в Центральном регионе в доступных источниках не указаны. Однако известно, что в шлаковых отвалах металлургических предприятий России в целом находилось около 540 млн тонн шлаков. Данные по Сибирской и другим металлургическим базам в доступных источниках также не конкретизированы.

Шлаки черной металлургии классифицируют по ряду признаков.

По происхождению (виду металлургического процесса);

По способу охлаждения и структуре;

По химическому составу и основности;

По степени переработки и фракционному составу;

По фазовому состоянию и кристалличности;

По потенциальной опасности и экологическим характеристикам;

По направлению использования (прикладная классификация):

- Для цементной промышленности — гранулированные основные шлаки как активная минеральная добавка.
- Для дорожного строительства — негранулированные шлаки как щебень и основание покрытий.
- Для производства строительных материалов — заполнитель бетонов, блоки, плиты.
- Для агрохимии — известкование почв (основные шлаки с высоким CaO).
- Для абразивной обработки — классифицированные негранулированные шлаки как абразивный порошок.
- Для рекультивации и обратной засыпки — отвальные шлаки в горнодобывающей отрасли.

Как видно из приведенной прикладной классификации направлений использования шлаков черной металлургии область их возможного применения обширна и разнообразна.

Шлаки чёрной металлургии, особенно доменные, широко применяются в цементной промышленности как активная минеральная добавка и компонент сырья для производства различных видов цемента. Их использование позволяет снизить затраты на первичные ресурсы, уменьшить энергозатраты и повысить экологическую эффективность производства. Объёмы применения шлаков чёрной металлургии в цементной промышленности значительны, но зависят от технологических возможностей предприятий, качества сырья и региональных особенностей.

Шлаки чёрной металлургии — ценное вторичное сырьё для дорожного строительства. Их применение позволяет снизить себестоимость работ, сэкономить природные ресурсы и решить экологические проблемы (сократить объёмы отвалов). Эффективная альтернатива природным материалам, позволяющая совмещать экономическую выгоду с экологическими преимуществами. В дорожном строительстве их применяют в качестве щебня и песка для дорожных конструкций, для укрепления грунтов, в составе органоминеральных смесей, в асфальтобетонных смесях и дополнительных слоях дорожной одежды и т.д.

В условиях растущего спроса на строительные материалы и ужесточения экологических требований использование шлаков в бетонах и растворах имеет значительный потенциал. Дальнейшие исследования в области материаловедения, разработка новых технологий активации и стандартизации с каждым годом расширяют области применения шлаков, повышают их эффективность и снижают себестоимость строительных работ. Особое внимание уделяется интеграции шлаков в «зелёное» строительство и экономику замкнутого цикла.

В современной агрохимии применение шлаков обусловлено двумя ключевыми задачами: утилизация промышленных отходов и повышение плодородия земель при умеренных затратах. Это возможно благодаря богатому минеральному составу и способности улучшать свойства почв.

В абразивной обработке шлаки используют благодаря твёрдости, износостойкости и специфической форме частиц. Их используют как альтернативу природным абразивам (кварцевому песку, электрокорунду).

В горнодобывающей отрасли шлаки используют как вторичное сырьё и техногенный материал, решая задачи ресурсосбережения, рекультивации и снижения экологической нагрузки.

Современные тенденции развития строительства открывает все новые горизонты эффективного применения шлаков. Одно из таких направлений – 3D-печат. Технология аддитивного строительства основано на послойном нанесении специальных строительных смесей (чаще всего бетонных) с помощью роботизированного оборудования по заданной цифровой 3D-модели. С помощью этой технологии создают жилые и нежилые объекты: от

одноэтажных домов до многоэтажек, а также элементы инфраструктуры многоквартирных домов, заборы, подпорные стенки, ограждения и т.д. Данный вид строительства в России развиваются в рамках государственной поддержки, охватывая различные отрасли и формируя экосистему, включающую производителей оборудования, научные организации и образовательные центры. Распоряжением Правительства РФ от 14 июля 2021 года №1913-р утверждена Стратегия развития аддитивных технологий в Российской Федерации на период до 2030 года. Её цель — создание конкурентоспособной отрасли на основе развития научно-технического и кадрового потенциала, оптимизации производственных мощностей, создания новых технологических направлений и совершенствования нормативно-правовой базы.

Результаты ряда исследователей показали, что смеси с доменным шлаком обладают необходимыми реологическими свойствами и оптимальными сроками схватывания, поэтому могут применяться для возведения зданий и сооружений с помощью 3D-печати. Преимущества смесей с доменным шлаком для 3D-печати обусловлены:

- Экономия цемента. Доменный шлак позволяет снизить расход этого дорогостоящего компонента в составе бетонной смеси.
- Возможность использования при отрицательных температурах. Это позволяет применять технологию 3D-печати зимой, увеличить продолжительность строительного сезона и расширить географию применения аддитивных технологий.
- Утилизация отходов. Использование доменного шлака решает проблему утилизации отходов металлургической промышленности, что положительно сказывается на экологической обстановке.

При грамотном проектировании состава шлакосодержащие смеси становятся эффективным решением для аддитивного строительства, сочетая экономику, экологию и эксплуатационные характеристики.

Список литературы

1. Бондарев Б. А., Баязов В. А., Корнеев О. О., Востриков И. А., Мещеряков А. А., Корнеева А. О. Подбор составов смесей для 3D-печати // Вестник Евразийской науки. 2021.
2. Коротеев Д.Д., Коренева А.И. Применение аддитивных технологий производства в строительстве на примере разработки 3D-модели с последующей печатью // Системные технологии. 2021. № 2 (39). С. 21-30.
3. Ильина Л.В., Завадская Л.В. Особенности и задачи строительного материаловедения по освоению 3Dтехнологий // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2018. № 10 (718). С. 98-106.
4. Самохвалова К.А., Клещевникова В.И., Беляева С.В. Экспериментальное исследование свойств бетонных смесей для 3D-печати // В сборнике: Неделя науки ИСИ. Материалы всероссийской конференции в 3-х частях. Инженерно-строительный институт Санкт-Петербургского

политехнического университета Петра Великого. Санкт-Петербург, 2021. С. 56-58.

5. Титов Г. А. Материалы для аддитивных технологий в строительстве // Инженерные исследования. 2022. № 3 (8). С. 38-49.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЁЖНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ: СУЩНОСТЬ, КРИТЕРИИ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ

Фролов В.А., Кулешов И.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

***Аннотация*:** *рассматривается проблема организационно-технологической надёжности строительно-монтажных работ. Раскрывается суть понятия как способности строительного производства сохранять заданные параметры качества, сроков и стоимости в условиях воздействия различных возмущающих факторов. Определены основные группы критериев надёжности (временные, ресурсные, качественные) и подходы к их количественной оценке. Показано, что повышение надёжности требует комплексного воздействия на все стадии жизненного цикла проекта – от проектирования до сдачи объекта. Сделан вывод о важности сочетания цифровых инструментов, резервирования ресурсов, управления рисками и развития персонала для обеспечения устойчивости строительного производства и конкурентоспособности организации.*

Ключевые слова: *организационно-технологическая надёжность; строительно-монтажные работы; календарно-сетевое планирование; BIM-моделирование; управление рисками; входной контроль материалов; индекс организационно-технологической надёжности.*

Организационно‑технологическая надёжность строительно-монтажных работ представляет собой интегральную характеристику, определяющую способность строительного производства функционировать в заданных параметрах качества, сроков и стоимости при наличии возмущающих воздействий внешней и внутренней среды. Её сущность выходит за рамки простой безотказности технических систем: она охватывает всю цепочку управления – от проектной подготовки до сдачи объекта в эксплуатацию, включая координацию участников, распределение ресурсов, контроль технологических режимов и адаптацию к изменяющимся условиям [2].

В основе надёжности лежит принцип устойчивости процессов. Это означает, что даже при отклонениях отдельных параметров (например, задержке поставки бетона или кратковременном снижении температуры воздуха) общая система должна сохранять работоспособность без критических срывов графика или ухудшения качества конечного продукта. Ключевое отличие организационно-технологической надёжности от чисто технической заключается в учёте человеческого фактора, организационных связей и управленческих решений. Так, ошибка прораба при распределении бригад или несогласованность графиков работы субподрядчиков могут оказаться не менее разрушительными, чем дефект материала [1]

Критерии надёжности формируются на пересечении трёх взаимосвязанных плоскостей: временной, ресурсной и качественной. Временной аспект оценивается через коэффициент выполнения графика – отношение фактической продолжительности работ к плановой. Значение, близкое к единице, свидетельствует о стабильности процесса; превышение этого показателя указывает на системные сбои. Ресурсная составляющая включает коэффициент загрузки техники и персонала, долю перерасхода материалов, а также показатели ритмичности поставок. Качество измеряется через процент дефектов, выявленных на этапе приёмки, соответствие геометрических параметров проектным требованиям и прочность конструкций, подтверждённую испытаниями [4].

Для количественной оценки применяют интегральные показатели, объединяющие частные критерии в единую шкалу. Например, индекс организационно‑технологической надёжности (ИОТН) может рассчитываться как средневзвешенное значение коэффициентов выполнения графика, загрузки ресурсов и качества работ, где веса определяются приоритетами проекта (скорость, экономия или долговечность). Такой подход позволяет сравнивать разные объекты и выявлять «узкие места» в управлении [3].

Повышение надёжности требует системного воздействия на все стадии жизненного цикла проекта. На этапе проектирования критически важна точность расчётов и детализация технологических карт. Ошибки в армировании или опалубке, выявленные уже на стройплощадке, приводят к дорогостоящим переделкам и нарушению сроков. Современные методы, такие как BIM‑моделирование, позволяют выявлять коллизии на виртуальном этапе, сокращая число корректировок в процессе строительства. Кроме того, проработка альтернативных сценариев (например, замена материала при срыве поставки) повышает гибкость системы [6].

На стадии организации работ ключевую роль играет календарно‑сетевое планирование с выделением критического пути. Метод критического пути (CPM) помогает определить операции, задержка которых неизбежно сдвигает сроки всего проекта, и сконцентрировать на них контрольные усилия. Резервирование времени (5–7 % от плановой длительности ключевых этапов) компенсирует типичные возмущения: погодные аномалии, поломки техники, задержки поставок. Синхронизация графиков работ с логистическими планами через цифровые платформы (например, MS Project или Primavera) снижает риски несогласованности действий участников [7].

Технологическая составляющая надёжности обеспечивается строгим соблюдением регламентов на всех этапах. При бетонировании это включает контроль температуры смеси, времени укладки и вибрирования, а также уход за твердеющим бетоном (увлажнение, утепление). Применение автоматизированных систем подачи смеси и датчиков мониторинга параметров конструкции минимизирует влияние человеческого фактора. Входной контроль материалов – проверка класса бетона, диаметра арматуры, герметичности опалубки – снижает вероятность дефектов на последующих стадиях.

Операционный контроль (например, ультразвуковая диагностика сварных швов) позволяет выявлять отклонения до их накопления.

Управление рисками – неотъемлемый элемент повышения надёжности. Процесс включает идентификацию угроз (погодные условия, поломки техники, дефицит кадров), оценку их вероятности и последствий, разработку сценариев реагирования. Например, для предотвращения простоя из-за отказа бетононасоса предусматривается резервный агрегат или альтернативный метод подачи смеси. Формирование финансовых и материальных резервов (10–15 % от потребности) обеспечивает компенсацию непредвиденных затрат. Страхование строительно-монтажных рисков дополнительно защищает от форс-мажорных обстоятельств, таких как стихийные бедствия или ошибки проектирования [5].

Человеческий фактор остаётся одним из наиболее значимых. Повышение квалификации персонала через регулярное обучение новым технологиям (BIM, Lean Construction), сертификацию ключевых специалистов (прорабов, операторов техники) и систему мотивации, привязанную к показателям надёжности, способствует устойчивому выполнению работ. Внедрение принципов бережливого производства (5S, TPM, кайдзен) оптимизирует организацию рабочих мест, сокращает потери времени и материалов. Например, система 5S (сортировка, соблюдение порядка, содержание в чистоте, стандартизация, совершенствование) снижает время на поиск инструментов, а TPM (Total Productive Maintenance) вовлекает операторов в обслуживание техники, предотвращая аварийные остановки.

Таким образом, организационно-технологическая надёжность формируется как результат взаимодействия проектных, технологических, управленческих и кадровых факторов. Её повышение требует не только внедрения цифровых инструментов и резервирования ресурсов, но и системного подхода к анализу рисков, контролю качества и развитию человеческого капитала. Устойчивая строительная организация, обладающая высокой организационно‑технологической надёжностью, способна выполнять обязательства перед заказчиками, минимизировать издержки и сохранять конкурентоспособность в долгосрочной перспективе.

Список литературы

1. Гинзбург, А. В. Организационно технологическая надёжность строительных систем / А. В. Гинзбург // Вестник МГСУ. – 2010. – № 4 1. – С. 251–255.

2. Николаев Ю. Н. Организационно‑технологическая надёжность строительного производства : учебное пособие. – Волгоград : Изд-во ВолгГТУ, 2021.

3. Данилов, Н. Н. Организация строительства. Календарное планирование : учебное пособие / Н. Н. Данилов. – Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2021. – 288 с.

4. Смирнов, А. Ю. Влияние качества опалубки на надёжность монолитных конструкций / А. Ю. Смирнов // Строительство и реконструкция. – 2022. – № 4 (102). – С. 78–84.

5. Седых, Ю. И. Организационно технологическая надёжность жилищно гражданского строительства / Ю. И. Седых, В. М. Лазебник. – Москва : Стройиздат, 1989. – 396 с.

6. Побегайлов, О. А. Аспекты повышения организационно технологической надёжности в строительстве / О. А. Побегайлов, А. А. Р. А. Аль Мсари, А. Д. Талалаев // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий. – 2023. – Т. 2, № 2. – С. 36–41.

7. Сапрыкина, Т. К. Повышение организационно технологической надёжности в строительстве : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 08.04.01 Строительство / Т. К. Сапрыкина, В. А. Гурьева ; М во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун т». – Электрон. дан. – Оренбург : ОГУ, 2025.

ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА КАК КЛЮЧЕВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Черноглазова Г.Г.
Кумертауский филиал ОГУ

Современное строительное производство представляет собой сложную динамическую систему, где надежность конечного результата — здания или сооружения — является производной от надежности каждого технологического процесса, операции и решения. Традиционно вопросы надежности ассоциируются с качеством материалов, точностью расчетов и исправностью техники. Однако в условиях усложнения технологий, ужесточения нормативных требований и роста проектных рисков ключевым элементом системы становится квалифицированный персонал. Человеческий фактор остается как одним из основных источников потенциальных ошибок, так и главным ресурсом для обеспечения безупречности работ. Таким образом, управление знаниями и компетенциями персонала трансформируется из задачи кадровой службы в стратегический приоритет, непосредственно определяющий конкурентоспособность и устойчивость строительной организации.

Какова же специфика строительных процессов и роль человеческого фактора в обеспечении их надежности?

Строительное производство характеризуется уникальным сочетанием факторов, которые предъявляют повышенные требования к персоналу и усложняют задачу обеспечения надежности.

Мобильность и изменчивость условий: Каждый новый объект — это уникальные инженерно-геологические условия, климатические воздействия и логистические схемы. Стандартные решения требуют адаптации, что невозможно без глубокого понимания принципов технологии исполнителями всех уровней.

Многостадийность и взаимозависимость процессов: Нарушение технологии на одном этапе (например, при устройстве гидроизоляции или укладке бетона) создает латентные дефекты, проявляющиеся на последующих стадиях или в процессе эксплуатации, существенно снижая надежность всего сооружения.

Высокие требования к безопасности: Строительная отрасль традиционно относится к областям с повышенным профессиональным риском. Надежность процесса здесь неотделима от его безопасности для исполнителей, что требует неформального усвоения и строгого соблюдения норм охраны труда.

Внедрение новых материалов и технологий: Постоянное обновление номенклатуры строительных материалов, появление цифровых методов проектирования (BIM) и новых методов монтажа требует от специалистов непрерывного обновления знаний.

В этом контексте надежность строительного процесса можно определить как его способность с заданной вероятностью приводить к результату, соответствующему установленным требованиям по качеству, безопасности, срокам и стоимости. Достижение этого комплексного показателя напрямую зависит от профессиональной компетентности, дисциплины и мотивации непосредственных исполнителей и руководителей работ.

Рассмотрим повышение квалификации как системообразующий элемент управления надежностью.

Эффективная система повышения квалификации должна быть не эпизодическим мероприятием, а непрерывным процессом, интегрированным в производственный цикл.

Ее основными задачами в контексте обеспечения надежности являются:

1. Нивелирование «человеческого фактора» как источника рисков: Систематическое обучение правильным приемам работ, чтению проектной документации и использованию оборудования снижает вероятность технологических ошибок.

2. Оперативная адаптация к нововведениям: Обучение работе с новыми материалами (например, высокоэффективными теплоизоляционными композитами) и технологиями (бестраншейная прокладка коммуникаций) обеспечивает их корректное применение.

3. Формирование культуры качества и безопасности: Обучение должно воспитывать личную ответственность каждого сотрудника за результат своей работы и безопасность себя и коллег, что является основой превентивного управления рисками.

4. Создание кадрового резерва и снижение текучести: Инвестиции в развитие сотрудников повышают их лояльность, снижают издержки на поиск и адаптацию нового персонала и обеспечивают преемственность опыта в компании.

Исследования в области управления персоналом в строительстве показывают, что компании, внедряющие комплексные программы развития кадров, сталкиваются с меньшим количеством рекламаций, нарушений сроков и несчастных случаев.[3]

Модель интегрированной системы повышения квалификации для критических строительных процессов

На основе анализа литературы предлагается целевая модель системы повышения квалификации, сфокусированная на наиболее ответственных этапах строительства. Модель строится по принципу сопряжения учебных модулей с конкретными процессами и целевыми показателями надежности.

Связь критических строительных процессов, рисков и необходимых направлений повышения квалификации представлены на схемах 1,2,3.

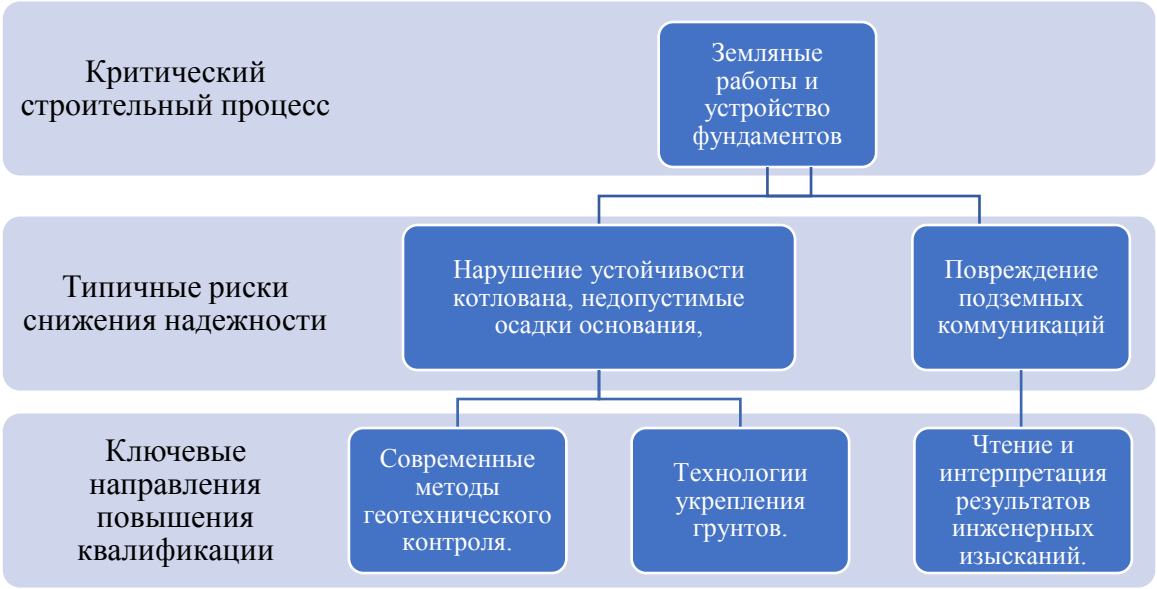


Рисунок 1 – Схема связи технологического процесса: земляные работы и устройство фундамента

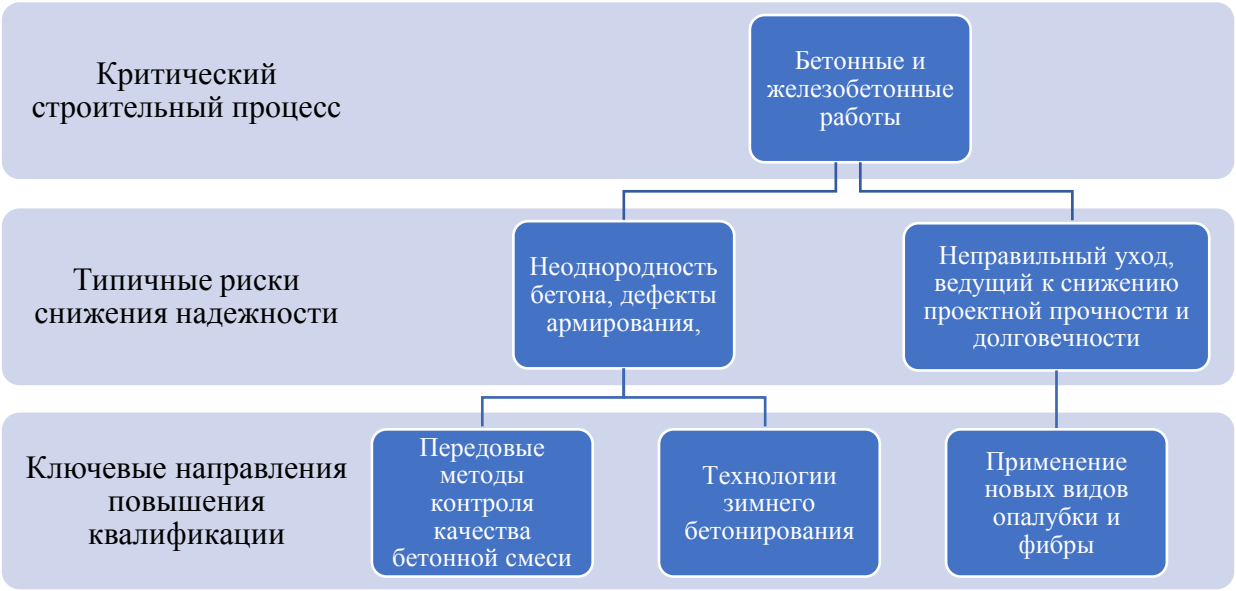


Рисунок 2 – Схема связи технологического процесса: бетонные и железобетонные работы

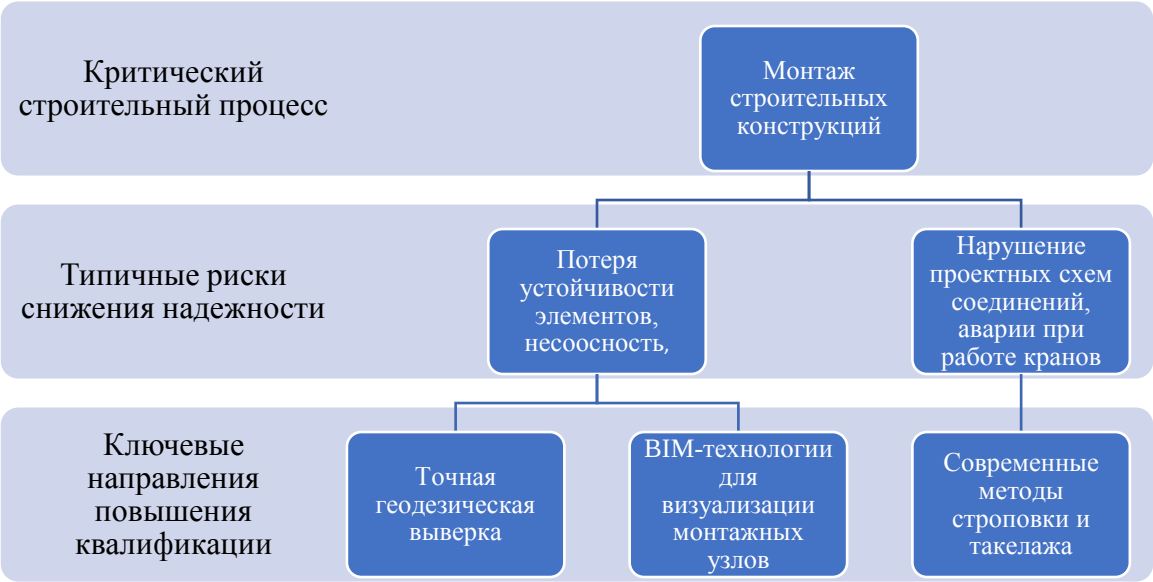


Рисунок 3 – Схема связи технологического процесса: монтаж строительных конструкций

Эффективность инвестиций в повышение квалификации должна оцениваться через призму повышения надежности. Ключевые показатели эффективности (KPI) могут включать:

Снижение количества дефектов, выявленных внутренним контролем и надзорными органами.

Сокращение числа нарушений правил охраны труда и несчастных случаев.

Увеличение процента сдачи объектов с первого предъявления.

Сокращение сроков выполнения операций за счет отработки навыков.

Основными проблемами при внедрении такой системы являются: краткосрочная ориентация части руководителей, рассматривающих обучение как издержки, а не инвестиции; трудности организации обучения для мобильного персонала, работающего на разных объектах; недостаточная связь учебных программ с реальными производственными задачами. Преодоление этих барьеров требует включения системы развития кадров в стратегию компании и активной роли топ-менеджмента. [6]

В заключении отметим, что в современных условиях повышение квалификации персонала перестает быть факультативной кадровой процедурой и становится одним из основных управленческих инструментов обеспечения надежности строительных процессов. Надежность, понимаемая как синергия качества, безопасности, своевременности и экономической эффективности, может быть достигнута только при условии соответствия уровня компетенций персонала технологической сложности решаемых задач. Предложенная модель интегрированной системы обучения, напрямую увязанная с критическими процессами и целевыми показателями, позволяет перейти от разрозненных курсов к формированию устойчивой организационной культуры, где

непрерывное профессиональное развитие является базовым принципом и конкурентным преимуществом строительной организации. Дальнейшие исследования целесообразно направить на разработку цифровых платформ адаптивного обучения для строительных специальностей и количественных методик оценки отдачи от инвестиций в человеческий капитал в строительстве.

Список литературы

1. Афанасьев А.А., Данилов Н.Н., Копылов В.Д. и др. Технология строительных процессов: учебник. М.: Инфра-М, 2014. 255 с.

2.Величкин В.З., Петроченко М.В., Птухина И.С. и др. Технология строительных процессов: учебное пособие. СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. 150 с.

3.Глухов В.В. Специфика управления персоналом строительной организации // Научный журнал Байкальского государственного университета. 2024. Т.6. №4. С. 106-114.2.

4.Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лапидус А.А. Технология строительных процессов. В 2-х ч. М.: Изд-во АСВ, 2005.

5.Золотая коллекция строителя: библиографический список / Сост. ТвГТУ. Тверь, 2021. [Электронный ресурс]. URL: https://lib.tstu.tver.ru/zolotaya-kollektsiya-stroitelya.html (дата обращения: 26.01.2026).

6.Кибанов А.Я. Управление персоналом организации: учебник. 4-е изд. М.: ИНФРА-М, 2023. 695 с.

7. Пинегин А.В. Особенности управления персоналом в организациях строительной отрасли Российской Федерации // Управленческий учет. 2022. №4-3. С. 608-613.

8. Роль HR-процессов в успешной деятельности строительной компании // Экспертный журнал KSK. 2024. [Электронный ресурс]. URL: https://journal.ksk.expert/articles/stroitelnaya-otrasl-eto-slozhnaya-ekosistema-gde-uspekh-zavisit-ne-tolko-ot-instrumentov-i-tekhniki--2272/ (дата обращения: 26.01.2026).

9. Технологии строительных процессов: учебники и учебные пособия. Каталог издательства «Лань». [Электронный ресурс]. URL: https://lanbook.com/catalog/discipline/tekhnologii-stroitelnykh-protsessov/ (дата обращения: 26.01.2026).

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКТИВНЫХ СПОСОБОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЗДАНИЙ ОТ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ОБРУШЕНИЯ

Шаповалова А.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В современном мире, где строительство и архитектура развиваются с невероятной скоростью, вопросы безопасности и устойчивости зданий становятся всё более актуальными. Одним из наиболее опасных явлений, которое может привести к катастрофическим последствиям, является прогрессирующее обрушение. Это процесс, при котором разрушение одного элемента конструкции вызывает последовательное обрушение других элементов, что может привести к разрушению всего здания или его значительной части.

Конструктивные методы предотвращения прогрессирующего обрушения являются важным аспектом обеспечения безопасности зданий и сооружений. Они включают в себя комплекс мер и решений, направленных на повышение устойчивости конструкций и снижение риска прогрессирующего обрушения.

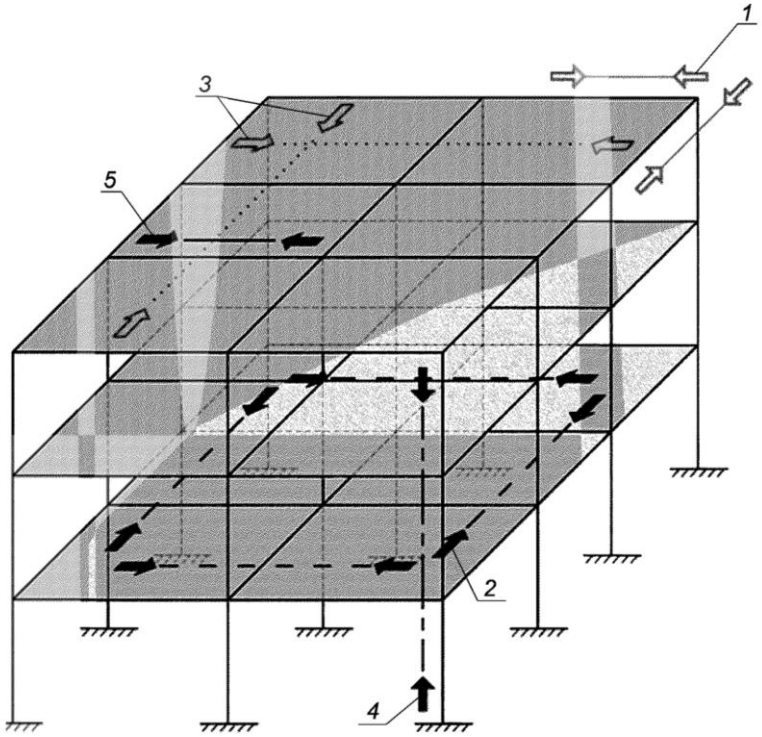
Актуальность темы обусловлена необходимостью разработки и внедрения эффективных конструктивных методов предотвращения прогрессирующего обрушения, которые позволят обеспечить безопасность людей и сохранность имущества в случае возникновения аварийных ситуаций.

В действующих стандартах и нормативных документах приведены следующие конструктивные мероприятия по защите зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения:

- в зданиях с применением металлических конструкций следует предусматривать сталежелезобетонные перекрытия, избегать гибких соединений ригелей с колоннами;
- при проектировании стальных конструкций следует исключить возможность хрупкого разрушения конструктивных элементов и их узлов с соблюдением требований, изложенных в СП 16.13330, для исключения сочетания неблагоприятных факторов;
- для обеспечения пластической работы конструктивной системы следует применять малоуглеродистые и низколегированные стали с относительным удлинением не менее 20 %;
- для повышения пространственной жесткости и устойчивости к прогрессирующему обрушению конструкций зданий со стальным каркасом, следует предусматривать эффективную систему связей: связи должны быть запроектированы таким образом, чтобы они не выключались из работы и допускали без разрушения развитие необходимых деформаций для

перераспределения силовых потоков после локального разрушения одного из несущих элементов;

- в многоэтажных зданиях устанавливают при необходимости внутренние связи в уровне каждого перекрытия или покрытия в двух взаимно перпендикулярных направлениях, обеспечивающие несущую способность дисков перекрытий при растяжении и сдвиге и работающие на всей длине (рисунок 1).



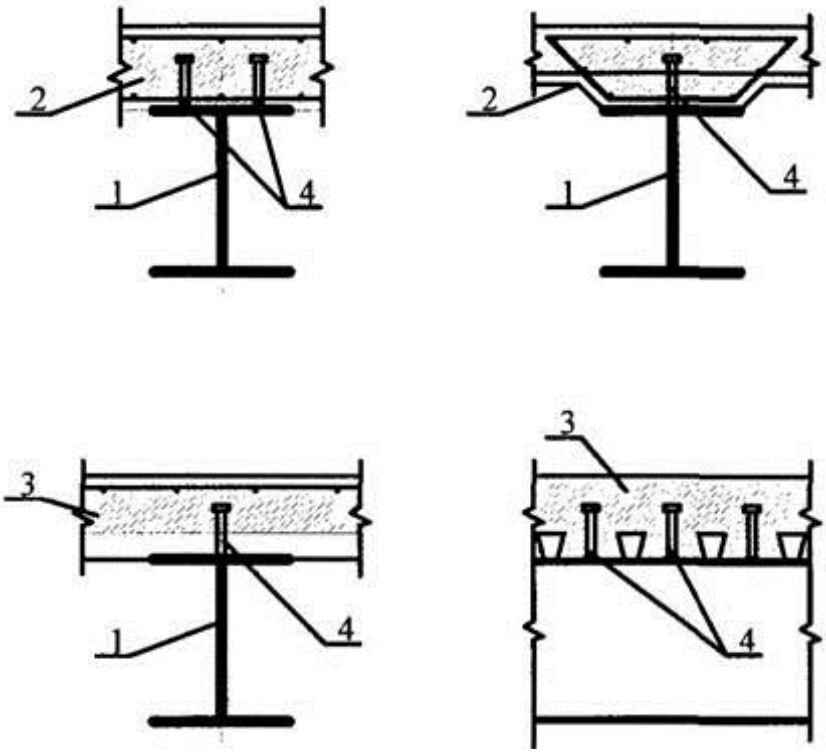
1 - связи по угловым колоннам; 2 - контурные связи; 3 - внутренние связи; 4 - вертикальные связи;
5 - горизонтальные связи по внешним колоннам или стенам

Рисунок 1 – Возможная схема расположения связей в многоэтажном каркасном здании

- устанавливают контурные периферийные связи на расстоянии не более чем 1,2 м от края в каждом перекрытии или покрытии; связи следует проектировать на основании расчета при восприятии растягивающих усилий одной связью не менее 10 кН на 1 пог. м контура здания;
- устанавливают горизонтальные связи по наружным колоннам или стенам в пределах перекрытий и покрытия; этими связями следует обеспечивать восприятие усилий растяжения не менее 20 кН на 1 пог. м фасада здания;
- устанавливают вертикальные связи, которые связывают колонны каркасного здания или сооружения на всю его высоту; эти связи следует рассчитывать на растягивающее усилие, равное значению осевой продольной силы, которая действует в колонне любого из этажей при основных сочетаниях нагрузок; стыковку связей не допускается выполнять в опорных узлах и в

середине высоты колонны, их рекомендуется устанавливать в уровне 1/3–1/4 высоты этажа.

• Для создания единого диска сталежелезобетонного перекрытия, следует предусмотреть объединение стальных балок с монолитным перекрытием с помощью стад-болтов или специальных упоров в соответствии с требованиями СП 266.1325800 (рисунок 2).

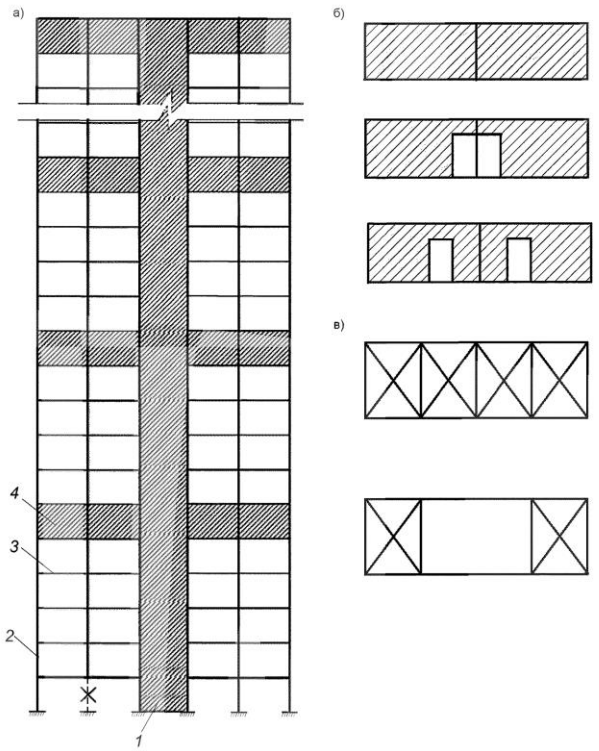


1 – стальные балки; 2 – монолитная железобетонная плита; 3 – монолитная плита по стальному профилированному настилу; 4 – анкерный упор

Рисунок 2 – Объединение стальных балок с монолитным перекрытием с помощью стад-болтов или специальных упоров

• обеспечивают жесткое сопряжение балок с колоннами минимум в одном направлении;

• вводят в несущую систему многоэтажного здания или сооружения аутригерные конструкции (рисунок 3а) в виде систем перекрестных сплошных или сквозных ферм (рисунок 3б, в), рассчитанных на восприятие усилий, определяемых в соответствии с результатами расчетов при выключении из работы одной из несущих колонн.



1 – ядро жесткости; 2 – колонны; 3 – ригели; 4 – аутригерные конструкции

Рисунок 3 – Схема расположения аутригерных конструкций (а) и типы этих конструкций сплошного (б) или сквозного (в) сечения

Одним из способов повышения устойчивости зданий к прогрессирующему обрушению является обеспечение взаимосвязи элементов каркаса здания. Известен патент на связевой каркас здания, который содержит балки (ригели) в одном направлении, распорки - в другом, и связи. Распорки выполняют решетчатыми с параллельными поясами и крепят к колоннам по поясам шарнирно. Между распорками устанавливают решетчатые стойки с параллельными поясами с зазором от колонн и крепят к ним в нескольких узлах по высоте этажей и к распоркам по поясам шарнирно, а связевые раскосы между распорками и стойками крепят к распоркам в любом узле, кроме соседнего с колонной. Недостатками данной конструкции является малая горизонтальная жесткость, трудоемкость в изготовлении, транспортировке и монтаже, высокий расход металла.

Обеспечение взаимосвязи элементов каркаса здания возможно путем устройства аутригерных этажей. Известна конструкция аутригера с прямоугольными вырезами по периметру этажа, однако, существенные зоны концентрации напряжений приводят к появлению вертикальных трещин при эксплуатации сооружения.

В работе Алмазова В. О. [2] рассматриваются меры по противодействию прогрессирующему разрушению, в частности выполнен анализ напряжённо-деформированного состояния каркаса многоэтажного здания при удалении угловой, крайней и промежуточной колонны. Исследования многоэтажного рамного каркаса показали, что при этажности более 10–11

этажей существенно меняется величина нагрузки, приходящейся на ригель над удаляемой колонной, при этом наблюдалось, что все ригели работают практически одинаково. При исследовании высотного здания после удаления средней колонны в конечно-элементной модели момент в ригеле над удалённой колонной увеличивается в 3,75 раза по сравнению с моментом в ригеле одноэтажной рамы, а момент в ригеле над колонной, смежной с удалённой, увеличивается в 2,9 раза. В качестве решения проблемы прогрессирующего обрушения строительных объектов используются связевые этажи, работающие по «мостовой схеме»: при выполнении каждого 5-го этажа как связевого после удаления средней колонны модели момент в ригеле над удалённой колонной увеличивается в 1,34 раза по сравнению с ригелем одноэтажной рамы, а момент в ригеле над смежной с удаляемой колонной – в 1,65 раза. Устройство аутригерных этажей является эффективным методом обеспечения сопротивления прогрессирующему обрушению; примером применения аутригерных этажей служат здания московского «Сити», в которых 5–10-этажные рамные блоки располагаются над связевым этажом.

Алмазов В. О., Плотников А. И. и Расторгуев Б. С. [3] предлагают три уровня требований и, соответственно, три варианта решения проблемы прогрессирующего разрушения. Первый уровень предполагает, что после аварийного воздействия здание получает повреждения исключительно в зоне воздействия, оставаясь при этом пригодным к эксплуатации. Второй уровень допускает, что здание становится непригодным для дальнейшей эксплуатации, но сохраняет несущую способность. Третий уровень предусматривает ситуацию, когда здание, будучи непригодным к эксплуатации, всё же сохраняет форму, достаточную для безопасной эвакуации людей.

В работе В. И. Травуша [4] рассматриваются проблемы определения рационального положения аутригера по высоте в конструкциях высотных зданий различной этажности, рациональной формы расположения вертикальных связей в плане, а также их формы и способов прикрепления к основным элементам конструкции. Даются практические рекомендации по проектированию аутригеров в высотных зданиях. Например, рациональное положение первого аутригера зависит от высоты здания и определяется на расстоянии (65–1413)H от уровня верха фундамента. Для зданий высотой 65–80 этажей вместо двух аутригеров, расположенных на разных уровнях, целесообразно использовать двухэтажные аутригеры. Не рекомендуется применять схемы, при которых вертикальные связи установлены только по длинной стороне здания, а особенно – только по короткой. Рациональной формой вертикальной связи с точки зрения распределения усилий в конструкции аутригера и нижележащих этажей является нисходящий от ядра жёсткости к колоннам обстройки раскос с соотношением сторон Ba / Ha = 1,75.

Повысить устойчивость и предотвратить прогрессирующее обрушение можно с помощью обеспечения совместной работы балок и перекрытий. В исследовательской работе Dinu F., Dan Dubina, Ioan Marginean [5] изучили устойчивость многоэтажных зданий со стальным каркасом в случае потери

одной или нескольких колонн. Численные результаты показали, что сейсмостойкое проектирование приводит к созданию прочной конструкции, а правильный выбор конструктивной системы, материалов и деталей может помочь конструкции избежать обрушения в случае экстремальной нагрузки. При использовании жёстких соединений вертикальное смещение уменьшается в среднем на 20%. Использование композитных балок перекрытия также значительно повышает прочность и наиболее эффективно при потере внутренних колонн, но значительно снижает эффективность при применении к наружным пролетам.

На основании анализа существующих способов повышения устойчивости зданий к прогрессирующему обрушению, можно сделать вывод о том, что наиболее перспективным и надежным из них является устройство аутригерных этажей с различными конструктивными схемами их реализации и количеством, и уровнями расположения по высоте многоэтажного здания.

Список литературы

1. СП 385.1325800.2018 Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения // [Электронный ресурс]. URL: https://meganorm.ru/Data2/1/4293733/4293733731.pdf (дата обращения: 10.01.2026)

2. Алмазов В. О. Проблемы прогрессирующего разрушения строительных объектов. Строительство. Деловая слава России, // [Электронный ресурс]. URL: d-s- r.ru/texts/74–77.pdf. (дата обращения: 03.01.2026)

3. Алмазов В.О. Плотников А.И. Расторгуев Б.С. Проблемы сопротивления зданий прогрессирующему разрушению. Вестник МГСУ, №2, 2011. – С. 115 – 121. (дата обращения: 10.01.2026)

4. В.И. Травуш, Работа высотных зданий с применением этажей жесткостей (аутригеров) // [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rabota-vysotnyh-zdaniy-s-primeneniem-etazhey-zhestkosti-autrigerov/viewer (дата обращения: 10.01.2026)

5. Florea Dinua,b, Dan Dubinaa, and Ioan Marginean, Improving the structural robustness of multi-story steel-frame buildings // [Электронный ресурс]. URL: http://dx.doi.org/10.1080/15732479.2014.927509 (дата обращения: 10.01.2026)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АУТРИГЕРНЫХ ЭТАЖЕЙ ПРИ ПРОГРЕССИРУЮЩЕМ ОБРУШЕНИИ МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ

Шаповалова А.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Конструктивные методы предотвращения прогрессирующего обрушения являются важным аспектом обеспечения безопасности зданий и сооружений. Они включают в себя комплекс мер и решений, направленных на повышение устойчивости конструкций и снижение риска прогрессирующего обрушения.

При проектировании многоэтажных и высотных зданий традиционная конструктивная схема, включающая ядро жёсткости, колонны и перекрытия, зачастую демонстрирует низкую эффективность. Основная проблема заключается в том, что для обеспечения требуемой жёсткости конструкции приходится существенно увеличивать расход строительных материалов. В таких условиях оптимальным решением становится применение горизонтальных поясов жёсткости – аутригеров. Их ключевое преимущество состоит в вовлечении в работу наружных колонн каркаса здания, что позволяет существенно повысить общую жёсткость системы при меньшем расходе материалов.

В структуре многоэтажных зданий неизменно присутствует центральное ядро, где размещается лестнично-лифтовой узел (ЛЛУ). Однако эффективность работы этого ядра напрямую зависит от соотношения площади его поперечного сечения к общей высоте здания. Как показывает практика, при значении данного соотношения менее 0,125 несущая способность ядра становится недостаточной. В подобных случаях в проект необходимо вводить дополнительную несущую структуру – аутригерные этажи, которые позволяют перераспределить нагрузки и обеспечить требуемую жёсткость высотного сооружения. [1]

Для оценки эффективности аутригерных систем был выполнен численный расчёт семнадцатиэтажного жилого здания в программном комплексе «ЛИРА-САПР 2021» с использованием метода конечных элементов (МКЭ) для климатических условий города Оренбурга. Габариты здания в плане – 26,4 × 26,4 м.

Расчётная модель представляет собой здание с монолитным центральным ядром и каркасом из стальных колонн. В качестве поперечных сечений колонн приняты: широкополочный двутавр 60Ш1 по ГОСТ 57837-2017[2]; коробчатое сечение из широкополочных двутавров 30Ш1.

Толщина монолитных стен центрального ядра составляет 200 мм. Перекрытие выполнено в виде сталежелезобетонной плиты по профилированному настилу с опиранием на полки балки с приведенной высотой.

Исследование проводилось для двух вариантов конструктивного решения: вариант с одним аутригерным этажом, размещённым на 17 этаже здания; вариант с двумя аутригерными этажами, расположенными на 8-м и 17-м этажах.

В обоих случаях в качестве элементов аутригерной системы использовались стальные трубы квадратного сечения 100 × 6,0 мм ГОСТ 8639-82. [3]

Аутригерный этаж представляет собой конструкцию из опоясывающей фермы, которая располагается по наружным колоннам, и вертикальных связей, соединяющих центральное ядро жёсткости с фермой.

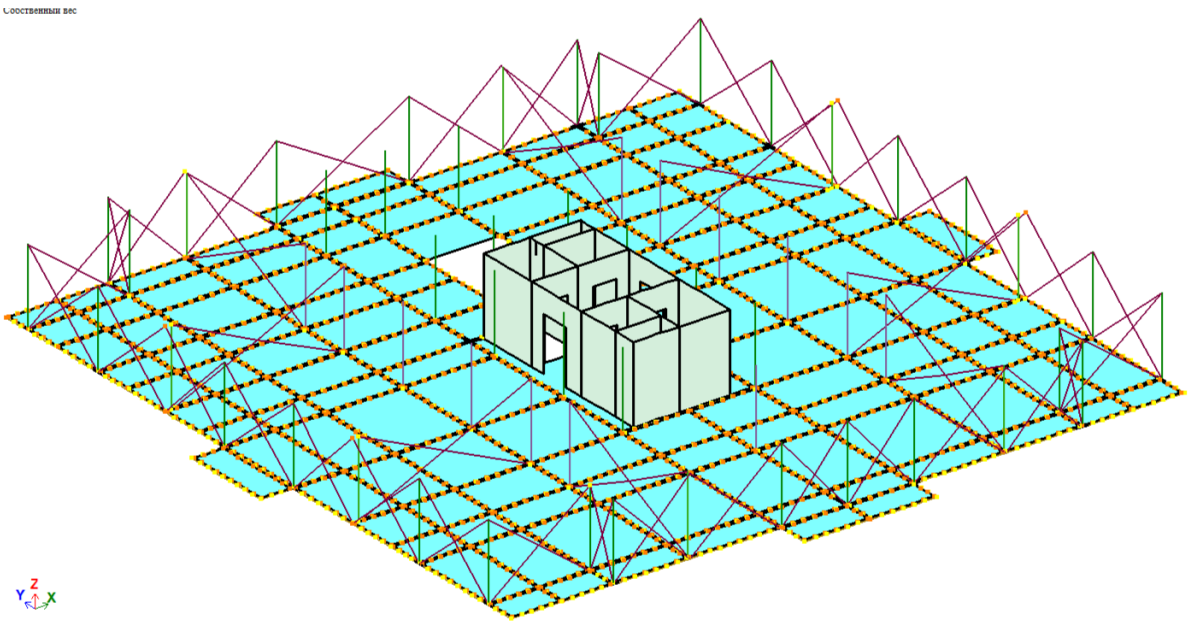


Рисунок 1 – Визуализация аутригерного этажа в ЛИРА-САПР 2021

Цель исследования – проанализировать, как изменяется несущая способность колонн при прогрессирующем обрушении с применением различных конструктивных схем высотного здания.

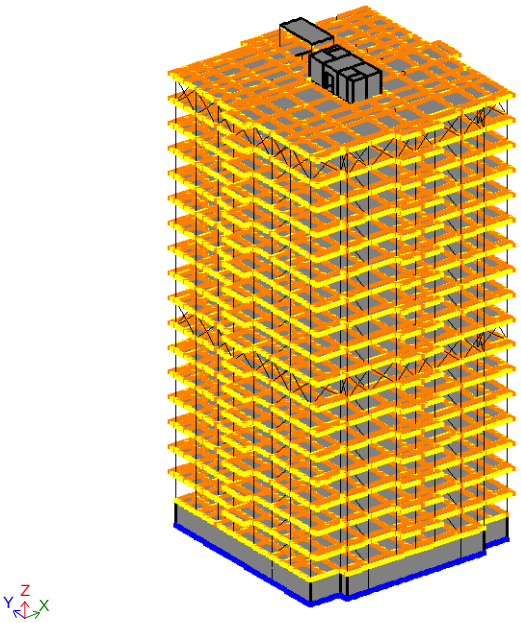
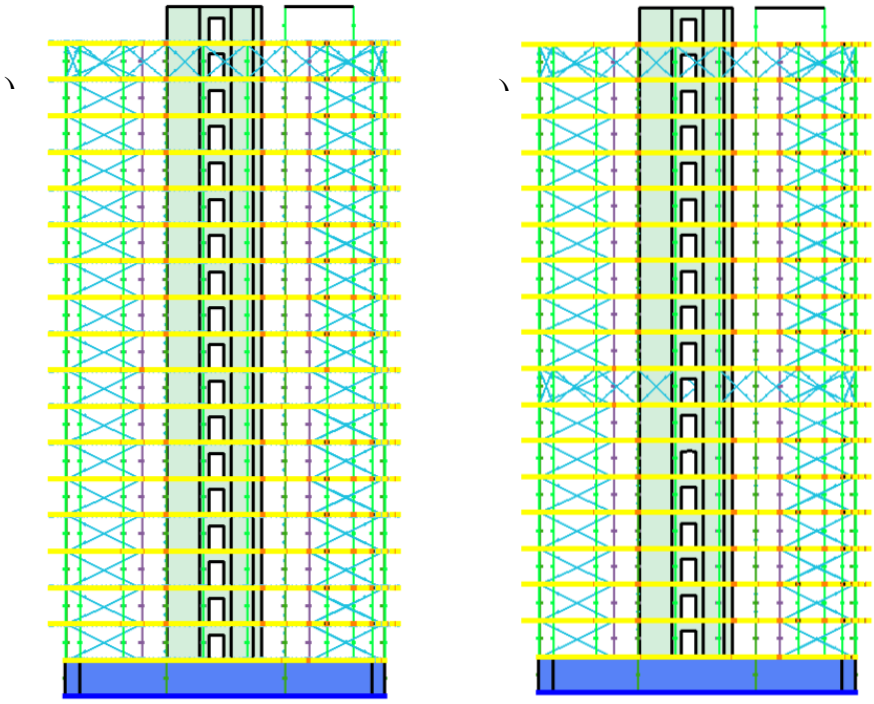


Рисунок 2 – Расчетная конечно-элементная модель каркаса здания



1 – аутригер в уровне 17-го этажа; 2 – аутригер в уровне 8-го и 17-го этажа

Рисунок 3 – Варианты расчетных схем

В расчётной модели колонны, балки и связи представлены стержневыми элементами, при этом крепление балок к колоннам выполнено шарнирным способом. Плиты перекрытий смоделированы с использованием пластинчатых элементов. Сопряжение между балками и плитами реализовано посредством абсолютно жёстких тел.

Нагрузка на расчётную модель здания задавалась в соответствии с СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» [4]. На каркас рассматриваемого

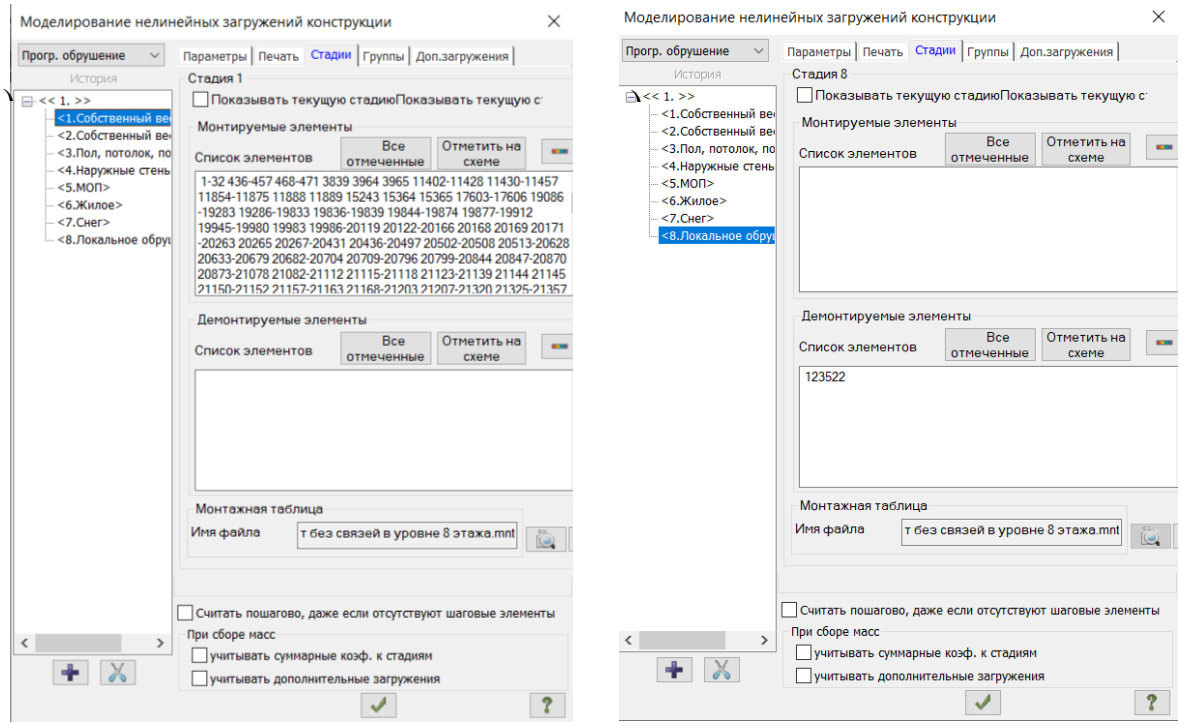
здания действуют следующие нагрузки: постоянные нагрузки (нагрузка от собственного веса несущих конструкций и ограждающих конструкций); кратковременные нагрузки (полезная, снеговая, ветровая).

Нормативные значения равномерно распределенных нагрузок на перекрытия принимаются по табл. 8.3 СП 20.13330. Для жилых зданий на перекрытия действуют следующие нагрузки: квартиры жилых зданий (п. 1 табл. 8.3) и вестибюли, фойе, коридоры, лестницы (п. 12а табл. 8.3). Коэффициент надёжности по нагрузке принимается в соответствии с указаниями п. 8.2.7 в зависимости от величины нормативной нагрузки. Нормативное значение снеговой нагрузки определяется в соответствии с п. 10.1 СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».

Расчет на устойчивость к прогрессирующему обрушению выполняется в подсистеме ОБРУШЕНИЕ программного комплекса ЛИРА-САПР 2021 [5].

В качестве численной расчетной модели металлического каркаса семнадцатиэтажного жилого здания принимается модель, использованная в расчетах на основные нагрузки. Оценка устойчивости каркаса к прогрессирующему обрушению выполняется шаговым методом с учетом стадийности выключения из работы разрушенных элементов каркаса. На первых семи шагах производится расчет конструкций каркаса в эксплуатационной стадии, предшествующей локальному разрушению. Напряженно-деформированное состояние элементов каркаса на первых шагах расчета является основой для восьмого шага, на котором выполняется расчет схемы с учетом выключенных из работы элементов

Моделирование стадий обрушения и нелинейных загружений (выключения из работы) выполнено с помощью монтажных таблиц в подсистеме Прогрессирующее обрушение. На первой стадии в группу «монтируемые элементы» включены все элементы металлического каркаса здания. На восьмой стадии в группу «демонтируемые элементы» включена только колонна, выключаемая из работы при данном варианте локального разрушения (рис. 4). Учесть внезапность выключения из работы колонны каркаса позволяет введение коэффициента динамичности Кд = 2.



1 – задание монтируемых элементов; 2 – задание демонтируемых элементов

Рисунок 4 – Моделирование стадий обрушения

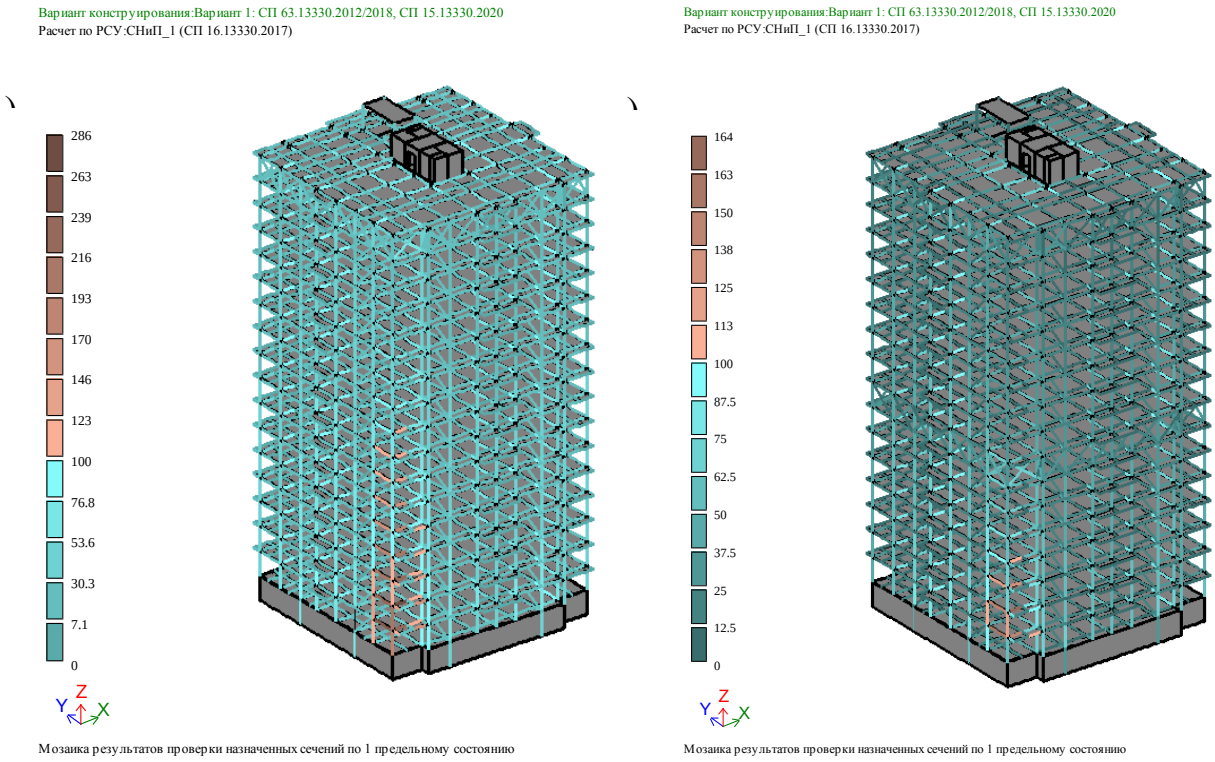
№	Имя загру...	Вид	Параметры РСУ	Коэффициенты РСУ
2	Собствен...	Постоянн...	0 0 0 1 0 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
3	Пол, пото...	Постоянн...	0 0 0 1 0 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
4	Наружные...	Постоянн...	0 0 0 1 0 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
5	МОП	Постоянн...	0 0 0 1 0 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
6	Жилое	Постоянн...	0 0 0 1 0 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
7	Снег	Постоянн...	0 0 0 1 0 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
8	Локально...	Особое(б)	6 0 0 1 0 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00

Рисунок 5 – Сводная таблица для вычисления РСУ

После окончательного формирования всех исходных условий выполняется расчет каркаса здания с определением процентного использования несущей способности его элементов по первому предельному состоянию.

Для анализа в рамках данной схемы была выбрана угловая колонна первого этажа. Процентное использование несущей способности по первому предельному состоянию составляет 53,2%.

Эффективность численной модели будем оценивать по количеству элементов превышающие процентное использование несущей способности по первому предельному состоянию.



1 – аутригер в уровне 17-го этажа; 2 - аутригер в уровне 8-го и 17-го этажа

Рисунок 6 – Результаты расчета несущих стальных элементов каркаса здания на устойчивость к прогрессирующему обрушению

На рисунке 6 элементы, обладающие достаточной несущей способностью, выделены голубым цветом, тогда как в остальных элементах несущая способность превышена. При анализе первого предельного состояния установлено, что максимальное значение процента использования несущей способности для первой схемы достигает 286%, а для второй схемы составляет 164%. Кроме того, между схемами наблюдается существенная разница по количеству элементов, превышающих нормативный коэффициент несущей способности: в первой схеме таких элементов, насчитывается 173, в то время как во второй схеме их количество ограничивается 54.

Схема с двумя аутригерными этажами, которая продемонстрировала более высокую эффективность в условиях прогрессирующего обрушения, благодаря чему она представляется наиболее предпочтительной для обеспечения устойчивости конструкции при аварийных воздействиях. Во-первых, максимальное использование несущей способности в ней почти в 1,75 раза ниже (164 % против 286 %). Во-вторых, количество элементов с превышением нормативного коэффициента несущей способности в второй схеме более чем в 3 раза меньше (54 элемента против 173).

Таким образом, вторая схема характеризуется существенно более благоприятным распределением нагрузок и запасом прочности, что свидетельствует о её большей надёжности и соответствии нормативным требованиям по сравнению с первой схемой.

Список литературы

1. В.И. Травуш, Работа высотных зданий с применением этажей жесткостей (аутригеров) // [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rabota-vysotnyh-zdaniy-s-primeneniem-etazhey-zhestkosti-autrigerov/viewer (дата обращения: 13.01.2025)

2. ГОСТ 8639-82 Трубы стальные квадратные https://files.stroyinf.ru/Data/38/3826.pdf (дата обращения: 20.01.2026)

3. ГОСТ 57837-2017 Двутавры стальные с параллельными горячекатаные с параллельными гранями полок // [Электронный ресурс]. URL: http://stroiznania.ru/data/documents/GOST-R-57837-2017-Dvutavry-s-parallelnymi-granyami-polok-2017.pdf (дата обращения: 10.01.2026)

4. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – Взамен СП 20.13330.2011; введ. 2017-06-04. – Москва : Минстрой России, 2017, - 95 с. https://docs.cntd.ru/document/456044318 (дата обращения: 13.01.2026)

5. Программный комплекс ЛИРА-САПР®. Руководство пользователя. Обучающие примеры. / Водопьянов Р.Ю., Титок В.П., Артамонова А.Е, Ромашкина М.А. Под редакцией академика РААСН Городецкого А.С. Электронное издание, 2020., – 535 с. // [Электронный ресурс]. URL: https://www.liraland.ru/files/lira2020/format-pdf (дата обращения: 13.01.2026)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ ДЛЯ ГАЗИФИКАЦИИ НА ПРИМЕРЕ КОМПАКТНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ СЕЛА

Щербак И.Е., Колотвин А.В., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Газораспределительная сеть представляет собой сложный технологический комплекс, включающий систему газопроводов и специализированное оборудование для транспортировки газа от распределительных станций к конечным потребителям. В России данная инфраструктура имеет стратегическое значение, являясь ключевым ресурсом для энергетического и промышленного секторов экономики и обеспечивая жизненно важные потребности населения [1].

Повышенный износ действующих трубопроводных систем и необходимость обеспечения их бесперебойной работы обуславливает актуальность анализа опыта и перспектив использования труб из полимерных материалов, в частности полиэтилена, в инженерных сетях. Применение полиэтиленовых труб (ПЭ) позволяет существенно повысить надежность и долговечность трубопроводов, одновременно снижая капитальные затраты на монтаж и последующие эксплуатационные расходы на обслуживание и ремонт в течение всего жизненного цикла объекта.

Полиэтиленовые трубопроводы, отличающиеся повышенной надёжностью и долгим сроком службы, активно замещают традиционные стальные трубы. Несмотря на широкое распространение металлических труб в инженерных сетях, этот материал обладает существенными эксплуатационными недостатками. Наиболее очевидный из них, подтверждаемый при обследовании старых сетей, – интенсивная коррозия, ведущая к снижению прочности и разрушению труб.

Полиэтиленовые трубопроводы обладают рядом ключевых эксплуатационных преимуществ перед стальными аналогами. Помимо коррозионной стойкости, они отличаются высокой химической инертностью, эластичностью и стойкостью к кавитационному износу. Низкая теплопроводность полиэтилена минимизирует образование конденсата, а гладкая внутренняя поверхность сохраняет высокую пропускную способность на протяжении всего срока службы, что также снижает энергозатраты на транспортировку газа.

В качестве примера для сравнительного анализа рассматривается компактная жилая застройка в сельском поселении. Согласно генеральному плану, газификация предусмотрена для 53 домовладений. На основе данных о часовых расходах газа были спроектированы два варианта сети низкого давления: с использованием полиэтиленовых и стальных труб.

Результаты гидравлического расчёта показали близость полученной номенклатуры диаметров труб для обоих материалов. Это свидетельствует о том, что при заданных допустимых потерях давления повышенное гидравлическое сопротивление полиэтилена по сравнению со сталью не оказывает решающего влияния на итоговый подбор диаметров.

Генеральный план с указанием участков и расходов газа представлен на рисунке 1.

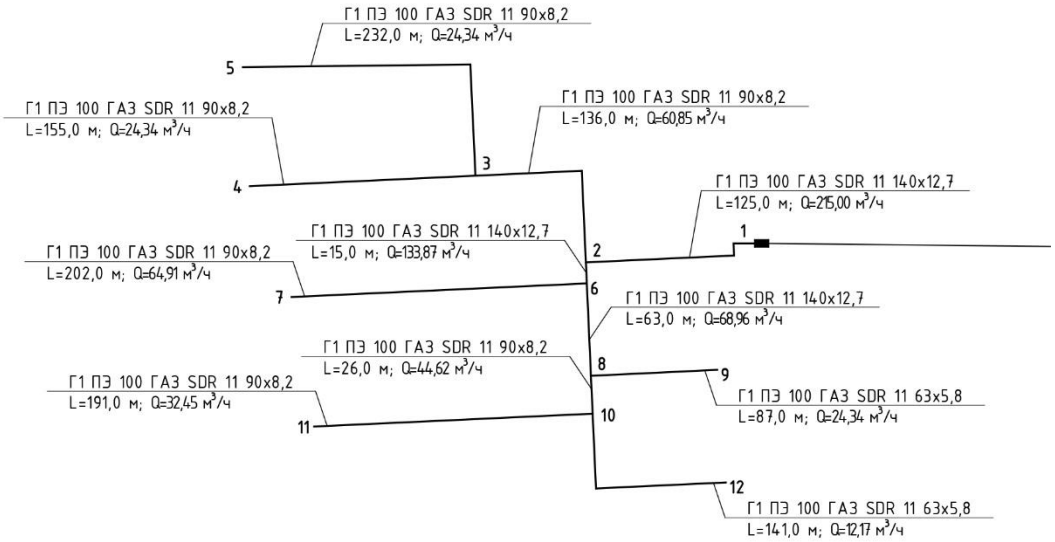


Рисунок 1 – Генеральный план компактной жилой застройки села

Цены за 1 погонный метр труб взяты из открытых источников [2, 3]. Стоимость труб для проекта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная стоимость труб на основе рыночных цен

Типоразмер трубы	Длина, м	Цена за пог. м, руб.	Сумма, руб.
ПЭ 100 ГАЗ SDR 11 140x12,7 мм	203,0	1117,6	226872,8
ПЭ 100 ГАЗ SDR 11 90x8,2	942,0	477,0	449334,0
ПЭ 100 ГАЗ SDR 11 63x5,8	228,0	243,6	55540,8
Итого по полиэтиленовым трубам:			731747,6
Ст. 133x4,0	125,0	1974,0	246750,0
Ст. 114x4,0	78,0	1697,0	132366,0
Ст. 89x4,0	338,0	1477,0	499226,0
Ст. 76x3,5	604,0	1168,0	705472,0
Ст. 57x3,5	228,0	926,0	211128,0
Итого по стальным трубам:			1794942,0

В таблицах 2 и 3 приведены фрагменты календарных планов строительно-монтажных работ для газовых сетей из полиэтиленовых и стальных труб соответственно.

Таблица 2 – Фрагмент календарного плана производства работ по монтажу газопровода из полиэтиленовых труб

№ п/п	Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ	Обоснование	Норма времени, чел-час	Трудоемкость		Состав бригады	Сменность	Продолжительность, дни
						чел-час	чел-дней			
1	Разработка грунта в траншеи	1000 м^3	2,026	01-01-009-13	24,78	50,20	6,28	1	1	6,3
2	Устройство основания траншеи	10 м^3	17,78	23-01-001-01	10,2	181,36	22,67	5	1	4,5
3	Сварка ПЭ труб диаметром: 63 мм; 110 мм; 160 мм	1 соединение	38; 79; 17	24-02-002	1,26; 1,98; 3,12	47,88; 156,42; 53,04	5,99; 19,55; 6,63	1; 1; 1	2; 2; 2	3,0; 9,8; 3,3
4	Укладка газопроводов из ПЭ труб диаметром: 63 мм; 110 мм; 160 мм	100 м укладки	2,28; 9,42; 2,03	24-02-031	5,7; 6,0; 6,9	12,996; 56,52; 14,007	1,62; 7,07; 1,75	3; 3; 3	1; 1; 1	0,5; 2,4; 0,6
5	Испытание газопроводов диаметром: до 100 мм; до 200 мм	100 м газопровода	11,7; 2,03	24-02-122	0,012; 0,016	0,14; 0,032	0,018; 0,004	2; 2	1; 1	0,01 0,002
6	Засыпка траншеи	1000 м^3	2,109	01-01-033-01	7,6	16,028	2,00	1	1	2,0
									Итого:	21,7

Таблица 3 – Фрагмент календарного плана производства работ по монтажу газопровода из стальных труб с учетом поточного выполнения

№ п/п	Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ	Обоснование	Норма времени, чел-час	Трудоемкость		Состав бригады	Сменность	Продолжительность, дни
						чел-час	чел-дней			
1	Разработка грунта в траншеи	1000 м^3	2,026	01-01-009-13	24,78	50,20	6,28	1	1	6,3
2	Устройство основания	10 м^3	17,78	23-01-001-01	10,2	181,36	22,67	5	1	4,5
3	Укладка газопроводов из стальных труб диаметром: 50 мм; 65 мм; 80 мм; 100 мм; 125 мм	100 м укладки	2,28; 6,04; 3,38; 0,78; 1,25	24-02-030	20,1; 21,44; 28,46; 40,88; 53,89	45,83; 129,50; 96,19; 31,89; 67,36	5,73; 16,19; 12,02; 3,99; 8,42	2; 2; 2; 2; 2	1; 1; 1; 1; 1	2,9; 8,1; 6,0; 2,0; 4,2
4	Испытание газопроводов диаметром: до 50 мм; до 100 мм; до 200 мм	100 м газопровода	2,28; 10,2; 1,25	24-02-122	0,08; 0,12; 0,24	0,18; 1,22; 0,30	0,02; 0,15; 0,04	2; 2; 2	1; 1; 1	0,01; 0,08; 0,02
5	Засыпка траншеи	1000 м^3	2,109	01-01-033-01	7,6	16,028	2,00	1	1	2,0
									Итого:	36,1

Стальные трубопроводы требуют нанесения антикоррозионного покрытия, что увеличивает капитальные затраты примерно на 30% от стоимости труб. В ходе эксплуатации также возникают дополнительные затраты на плановый ремонт и замену, которые могут быть рассчитаны по формуле: $N \cdot K \cdot C$, где:

N – количество плановых замен за срок службы системы,

K – коэффициент, учитывающий стоимость ремонтно-монтажных работ,

C – закупочная стоимость труб.

Для стальных труб в расчетах приняты значения $N = 2$ и $K = 5$.

Для полиэтиленовых труб N = 0 и K = 0, следовательно, эксплуатационные затраты на их замену и ремонт в течение расчетного срока службы равны 0 руб. [4].

На основе календарных графиков и сметных расчетов были определены итоговые показатели, представленные в таблице 4.

Таблица 4 – Сводные результаты сравнительного анализа

Параметр	Полиэтиленовые трубы	Стальные трубы	Эффективность ПЭ труб
Срок строительства, дни	21,7	36,1	Сокращение на 39,9%
Стоимость труб, руб.	731 747,6	1 794 942,0	Экономия 59,2%
Затраты на монтаж, руб.	232 775,0	289 955,0	Экономия 19,7%
Затраты на антикоррозийную защиту, руб.	0,0	538 482,6	Полное отсутствие затрат
Эксплуатационные затраты на ремонт / замену, руб.	0,0	17 949 420,0	Полное отсутствие затрат

Проведенный технико-экономический анализ на конкретном примере однозначно демонстрирует преимущества полиэтиленовых труб для сетей низкого давления. Следовательно, для проектов, аналогичных рассмотренному (подземная прокладка, низкое/среднее давление), полиэтилен является оптимальным выбором. В других условиях (высокое давление, особые требования) выбор должен определяться конкретными проектными условиями. В каждом случае необходимо проводить технико-экономическое обоснование, выбирая наиболее целесообразный материал. Правильно подобранный трубопровод обеспечит длительную и надёжную эксплуатацию, минимизируя затраты на обслуживание, ремонт и замену.

Список литературы

1. Скворцов Алексей Анатольевич, Мартышкин Александр Юрьевич Полиэтиленовые газопроводы - новый уровень промышленной безопасности систем газораспределения в России // Вестник науки и образования. 2016. №2 (14). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/polietilenovye-gazoprovody-novyy-uroven-promyshlennoy-bezopasnosti-sistem-gazoraspredeleniya-v-rossii.

2. Трубы газовые полиэтиленовые ПНД ПЭ 100 SDR 11 по ГОСТ Р 58121.2-2018. URL: https://www.prombase.ru/water/gas/sdr-11.

3. Трубы стальные электросварные в 2-ух сл. УС изоляции. URL: https://plprom.ru/v-izoljacii/.

4. Сапухин Александр Александрович, Курочкина Валентина Александровна, Новиков Сергей Олегович Анализ эффективности применяемых технологий при выборе подходов организации строительства и

ремонта трубопроводов // Вестник МГСУ. 2013. №7. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-effektivnosti-primenyaemyh-tehnologiy-pri-vybore-podhodov-organizatsii-stroitelstvai-remonta-truboprovodov.

5. Боровский Б. И., Атрощенко С. Ю. Технико-экономическая оценка использования полиэтиленовых труб при проектировании газовой сети в сельской местности // Строительство и техногенная безопасность. 2012. №43. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehniko-ekonomicheskaya-otsenka-ispolzovaniya-polietilenovyh-trub-pri-proektirovanii-gazovoy-seti-v-selskoy-mestnosti.

6. Проектирование и монтаж полиэтиленовых газопроводов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. В. Ефремова, Е. Е. Мариненко, П. П. Кондауров, С. Н. Рябов ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. — Электронные текстовые и графические данные (3,9 Мбайт). — Волгоград : ВолгГАСУ, 2013. — Официальный сайт Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Режим доступа: http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/.

7. Территориальные сметные нормативы. URL: https://minstroyrf.gov.ru/trades/view.territorial.php.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТАЛЬНЫХ И ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ РОССИИ

Щербак И.Е., Колотвин А.В., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Развитие централизованного газоснабжения в России началось в середине XX века с запуска масштабной программы газификации. От первых локальных сетей, обслуживавших промышленные предприятия, отрасль преобразовалась в Единую систему газоснабжения (ЕСГ) – уникальный по сложности комплекс, соединивший месторождения Западной Сибири с потребителями по всей стране и за рубежом. Созданная на основе стальных магистралей, эта система на десятилетия обеспечила энергетическую безопасность и экономическое развитие государства. Сегодня «Газпром» выступает оператором данной инфраструктуры: по данным на конец 2024 года дочерние общества Группы эксплуатируют магистральные сети и отводы общей протяжённостью 181,6 тыс. км, а её газораспределительные организации обслуживают наружные газопроводы длиной 926,0 тыс. км [1].

Газотранспортные системы являются критически важной инфраструктурой. Для России, обладающей одним из крупнейших в мире газотранспортных комплексов, вопросы его надёжности, безопасности и экономической эффективности имеют первостепенное значение. Значительная часть сетей, построенных в середине-конце XX века из стали, приближается к исчерпанию проектного ресурса, что ведёт к увеличению аварийности и эксплуатационных расходов.

На пресс-конференции в ТАСС генеральный директор ООО «Газпром межрегионгаз» Сергей Густов привёл данные, отражающие процесс старения газораспределительных сетей Группы «Газпром». Согласно прогнозу, к началу 2026 года протяжённость стальных подземных газопроводов, срок службы которых превысит 40 лет, достигнет 51,56 тыс. км. В число регионов с наиболее изношенными сетями газораспределения входят: «Газпром газораспределение Тула» (2 832 км), «Газпром газораспределение Волгоград» (2 295 км) и «Газпром газораспределение Уфа» (2 197 км) [2].

В этих условиях всё большее значение приобретает применение современных материалов, среди которых ведущую роль играют полиэтиленовые (ПЭ) трубы. Целью данной статьи является анализ эффективности и перспектив использования ПЭ-труб в сравнении с традиционными стальными аналогами.

Россия характеризуется значительным разнообразием инженерно-геологических условий, что напрямую влияет на строительство, эксплуатацию и надёжность систем газоснабжения. Территория страны охватывает более 10

климатических зон и различные геологические структуры, создавая серьёзные вызовы для газовой инфраструктуры. Исторически сталь полностью соответствовала всем техническим и нормативным требованиям.

Для газопроводов применяются стальные бесшовные, сварные (прямошовные и спиралешовные) трубы. Соединительные детали изготавливаются из стали с содержанием не более 0,25% углерода, 0,056% серы и 0,046% фосфора [3]. Данные ограничения обусловлены требованиями к свариваемости и эксплуатационной надёжности. Повышенное содержание углерода ухудшает свариваемость и способствует образованию трещин. Высокое содержание серы приводит к красноломкости, а фосфора – к хладноломкости стали [4]. Выбор конкретного типа труб зависит от рабочего давления в газопроводе, температурного режима и свойств транспортируемого газа.

Преимущества стальных труб:

- Универсальность применения. Могут использоваться для надземной, подземной (включая переходы под водными преградами), наземной и внутридомовой прокладки, оставаясь незаменимыми для сложных инженерных переходов и объектов.
- Высокая механическая прочность и несущая способность. Способны выдерживать значительные механические нагрузки и высокое внутреннее давление.
- Широкий температурный диапазон эксплуатации. Сохраняют физико-механические свойства в экстремальных климатических условиях.
- Минимальное линейное расширение. Коэффициент теплового расширения стали примерно в 20 раз ниже, чем у полиэтилена, что упрощает проектирование протяжённых участков.

Однако стальные трубы имеют ряд существенных недостатков, которые усугубляются с течением времени:

- Низкая коррозионная стойкость. Требуют обязательного нанесения изоляционных покрытий и использования систем катодной защиты.
- Трудоёмкость и высокая стоимость монтажа. Большой вес, необходимость сварочных работ с контролем каждого шва, ограниченная длина отрезков.
- Склонность к образованию конденсата. Высокая теплопроводность стали ускоряет коррозионные процессы, особенно в зонах сварных соединений.
- Высокая гидравлическая шероховатость. Внутренняя поверхность со временем способствует отложению продуктов коррозии, снижая пропускную способность.

Переход на полиэтиленовые трубы в России был поэтапным процессом, начавшимся в конце 1970-х – начале 1980-х годов и значительно ускорившимся в 2000-х. Первый опыт (1962–1975 гг.) был не вполне успешным из-за низкого качества первых труб и неотработанной технологии монтажа [5]. Широкому внедрению ПЭ-труб способствовало создание отечественной нормативной базы, налаживание производства (ОАО «Казаньоргсинтез») и появление

современного сварочного оборудования [6]. Сегодня российские нормативы (см. Таблицу 1) соответствуют мировому уровню.

Таблица 1 – Анализ документации, регламентирующей применение полимерных материалов для газопроводов в России [5]

№	Категория	Нормативно-техническая документация
1.	Трубы из полиэтилена для подземных газопроводов	ГОСТ Р 58121.2-2018 (ИСО 4437-2:2014) Пластмассовые трубопроводы для транспортирования газообразного топлива. Полиэтилен (ПЭ). Часть 2. Трубы
2.	Соединительные детали	ГОСТ Р 58121.3-2018 (ИСО 4437-3:2014) Пластмассовые трубопроводы для транспортирования газообразного топлива. Полиэтилен (ПЭ). Часть 3. Фитинги
3.	Сварочное оборудование	ГОСТ Р ИСО 12176-1-2011 Трубы и фитинги пластмассовые. Оборудование для сварки полиэтиленовых систем. Часть 1. Сварка нагретым инструментом встык ГОСТ Р ИСО 12176-2-2011 Трубы и фитинги пластмассовые. Оборудование для сварки полиэтиленовых систем. Часть 2. Сварка с закладными нагревателями ГОСТ Р ИСО 12176-3-2014 Трубы и фитинги пластмассовые. Оборудование для сварки полиэтиленовых систем. Часть 3. Идентификация оператора ГОСТ Р ИСО 12176-4-2014 Трубы и фитинги пластмассовые. Оборудование для сварки полиэтиленовых систем. Часть 4. Кодирование трассируемости ГОСТ Р 55276-2012 (ИСО 21307:2011) Трубы и фитинги пластмассовые. Процедуры сварки нагретым инструментом встык полиэтиленовых (ПЭ) труб и фитингов, используемых для строительства газо- и водопроводных распределительных систем ГОСТ Р ИСО 13950-2012 Трубы и фитинги пластмассовые. Системы автоматического распознавания для выполнения соединений сваркой с закладными нагревателями ГОСТ Р 56155-2014 Сварка термопластов. Экструзионная сварка труб, деталей трубопроводов и листов * ГОСТ EN 13705-2015 Сварка термопластов. Оборудование для сварки нагретым газом и экструзионной сварки *
4.	Контроль качества сварных соединений полиэтиленовых газопроводов	Организация входного, операционного, приемочного контроля
		СП 62.13330.2011 Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 ГОСТ Р ИСО 12176-3-2014 Трубы и фитинги пластмассовые. Оборудование для сварки полиэтиленовых систем. Часть 3. Идентификация оператора
		Требования к методам контроля
		ГОСТ Р 55142-2012 Испытания сварных соединений листов и труб из термопластов. Методы испытаний ГОСТ Р ИСО 11413-2014 Трубы и фитинги пластмассовые. Подготовка контрольного образца сварного соединения полиэтиленовой трубы и фитинга с закладными нагревателями ГОСТ Р ИСО 11414-2014 Трубы и фитинги пластмассовые. Подготовка контрольного образца соединения труба/труба или труба/фитинг из полиэтилена

		(ПЭ), выполненного сваркой встык
		Критерии оценки качества
		ГОСТ Р 54792-2011 Дефекты в сварных соединениях термопластов. Описание и оценка
5.	Металлополимерные трубы для внутренних газопроводов	ГОСТ Р 58095.3-2018 Системы газораспределительные. Требования к сетям газопотребления. Часть 3. Металлополимерные газопроводы
Примечание – стандарты, отмеченные знаком «*», могут применяться для сварки защитных полимерных футляров, через которые протягивают полиэтиленовые газопроводы.		

На сегодняшний день актуальной задачей является расширение области применения полимерных трубопроводов. Материалы пластмассовых труб довольно разнообразны, они разделяются на три основные группы: термопласты, включая армированные; волокнистые термореактопласты и их комбинации. Чтобы выбрать трубопровод, который был бы работоспособен в определенных климатических условиях, необходимо знать целую гамму эксплуатационных свойств. В дальнейшем все это должно стать ценной информацией для определения надежности этих материалов. Главным достоинство полимерных труб – это практически полное отсутствие коррозионного поражения и адгезионного зарастания внутренней поверхности [7].

Ключевые преимущества ПЭ-труб определяют их растущую долю на рынке:

- Высокая технологичность и экономичность монтажа. Малый вес, гибкость, поставка в бухтах большой длины снижают трудозатраты и количество соединений.
- Коррозионная и химическая стойкость. Полная невосприимчивость к электрохимической коррозии, что исключает затраты на катодную защиту.
- Отличные гидравлические характеристики. Гладкая внутренняя поверхность препятствует образованию отложений.
- Долговечность. Практическое отсутствие коррозионного поражения и зарастания внутренней поверхности.

Однако область применения ПЭ-труб нормативно ограничена [3]:

- Районы с температурой ниже -45°С.
- Подрабатываемые и закарстованные территории.
- Надземная, наземная, внутридомовая прокладка, тоннели, каналы.
- Районы с сейсмичностью свыше 6 баллов (для труб ПЭ 63 мерной длины).
- Механическая уязвимость требует обязательной защиты (футляры) при пересечении с коммуникациями.

Статистические данные наглядно демонстрируют тренд замещения стальных труб полиэтиленовыми в распределительных сетях. С 2005 по 2018 год доля стальных подземных газопроводов уменьшилась с 53% до 37%, в то время как доля полиэтиленовых выросла с 10% до 29% [8]. На январь 2022 года

протяжённость ПЭ-газопроводов достигла 320 тыс. км, или 47,5% от общей длины подземных распределительных сетей [9].

Таким образом, развитие газоснабжения России привело к созданию обширной инфраструктуры. Значительная часть стальных сетей исчерпывает свой ресурс, что увеличивает риски и затраты. В качестве эффективной альтернативы для распределительных сетей активно внедряются полиэтиленовые трубы. Однако они уступают стали в механической прочности и имеют ограничения по применению.

Следовательно, оптимальная стратегия модернизации и развития газотранспортной системы заключается не в полной замене, а в рациональном комбинировании материалов:

- Применение высокопрочных стальных труб для магистралей высокого и ультравысокого давления, сложных инженерных объектов (переходы через водные преграды, сейсмичные районы), надземной и внутридомовой прокладки.

- Широкое использование полиэтиленовых труб для надёжных и экономичных распределительных сетей среднего и низкого давления в разрешённых нормами условиях.

Результаты проведённого анализа показывают, что стальные и полиэтиленовые трубы занимают в газоснабжении России важные и взаимодополняющие позиции. Решение о выборе материала должно приниматься на основе технико-экономических расчётов, учитывающих рабочее давление, способ прокладки, климатические условия и совокупные затраты на весь срок службы. Оптимальной стратегией для модернизации газораспределительной инфраструктуры является дифференцированный подход, который объединяет прочность и универсальность стали с устойчивостью к коррозии и экономической целесообразностью полиэтилена. Именно такой путь обеспечит долгосрочную безопасность, надёжность и рентабельность системы газоснабжения страны.

Список литературы

1. Справочник «Газпром в цифрах 2020–2024». URL: https://www.gazprom.ru/f/posts/44/479056/gazprom-in-figures-2020-2024-ru.pdf.

2. Густов С.В. Газораспределение и реализация газа на внутреннем рынке Российской Федерации // Доклад на пресс-конференции в ТАСС. URL: https://groznyrg.ru/pdf/dokladGustov.pdf.

3. СП 62.13330.2011*. Свод правил. Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 (утв. Приказом Минрегиона России от 27.12.2010 N 780). URL: https://meganorm.ru/mega_doc/norm/akt_forma/0/sp_62_13330_2011_svod_pravil_gazoraspredelitelnye_sistemy.html.

4. Вершилович В.А. Из каких труб строят наружные газопроводы. Сталь. URL: https://ab-dpo.ru/portal/promyshlennaya-bezopasnost-articles/iz-kakikh-trub-stroyat-naruzhnye-gazoprovody-stal/.

5. Совершенствование требований к полиэтиленовым трубам в системах газоснабжения Республики Беларусь // Научно-практический журнал «Стандартизация». 2020. №4. С. 60-69. URL: https://journal.belgiss.by/uploads/articles/2020-4-106-2020-09-09-13-11-16.pdf.

6. Каргин В.Ю., Бухин В.Е., Вольнов Ю.Н. Полиэтиленовые газовые сети. Материалы для проектирования и строительства. Приволжск: Кн. Изд-во, 2001. 400 с.

7. Абдрасулов К. А. Повышение эксплуатационной надежности газораспределительных систем в условиях Севера Кыргызстана : магистерская диссертация / К. А. Абдрасулов ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР), Отделение нефтегазового дела (ОНД) ; науч. рук. В. Г. Крец. — Томск, 2019. URL: https://earchive.tpu.ru/handle/11683/53628.

8. Сухов Г., Густов С. Поставки газа на внутренний рынок. Реализация программы газификации регионов. Презентация ПАО «Газпром». 2019. URL: https://mrg.gazprom.ru/d/textpage/41/65/presentation-press-conf-2019-05-22-ru.pdf.

9. Полиэтиленовые распределительные газопроводы со временем становятся прочнее и надежнее – исследование // Ассоциация производителей полиэтиленовых труб. 2023. URL: https://asprogaz.ru/news/polietilenovye-raspredelitelnye-gazoprovody-so-vremenem-stanovyatsya-prochnee-i-nadezhnee-issledovan/.