СЕКЦИЯ 16

«ПЕРСПЕКТИВЫ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕПЛОЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ Адигамова З.С., канд. геогр. наук, доцент, Лихненко Е.В., канд. техн. наук, доцент 2873

ТЕХНОЛОГИЧНОЕ КУПОЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО Адигамова З.С., канд. геогр. наук, доцент, Лихненко Е.В., канд. техн. наук, доцент, Трунов М.А. 2878

ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СОВМЕЩЕННЫХ ПАНЕЛЕЙ НА ДЕРЕВЯННОМ КАРКАСЕ С КЛЕЕДОЩАТОЙ ОБШИВКОЙ Жаданов В.И., д-р техн. наук, профессор, Нестеренко М.А., Аксенов М.Н. 2885

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ТИПЫ ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ ФЕРМ Аркаев М.А., канд. техн. наук, доцент, Немтинов В.А. 2892

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЖИЛЫЕ КОМПЛЕКСЫ С ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМ КАРКАСОМ Аркаев М. А., канд. техн. наук, доцент, Сагандыков Д. М. 2898

ФОРМИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЙ Аюкасова Л.К., доцент, член союза архитекторов РФ 2903

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КРОВЕЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ Балаболин А. А., Кузнецова Е.В., канд. техн. наук, доцент 2912

ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОНОМНОЙ КОТЕЛЬНОЙ И ПАНЕЛЬНО-ЛУЧИСТОГО ОТОПЛЕНИЯ Безроднов Д.В. 2918

ПЕРЕПЛАНИРОВКА В МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ: ПРИЧИНЫ И СТАТИСТИКА Белоусов А.В., Сапрыкина Т.К., канд. техн. наук..... 2923

ПРИМЕНЕНИЕ КОНЪЮКТУРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ ПРОЕКТА Бероева Е.А., канд. пед. наук 2929

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН В СРАВНЕНИИ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ КОЛОННАМИ В КОМЕРЧЕСКИХ ЗДАНИЯХ СО СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ ПЕРЕКРЫТИЯМИ Богданов П. А., Кузнецова Е. В., канд. техн. наук, доцент 2934

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ КРЕПЛЕНИЙ Бородин Н. Д., Касимов Р.Г., канд. техн. наук, доцент 2940

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ ЗДАНИЯ Васильева М.А., канд. техн. наук, доцент, Воропаева П.В., Инсебаева А.М. 2947

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА В РОССИИ: АНАЛИЗ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ Гурьева В.А., д-р техн. наук, доцент, Вождаев Д.С..... 2952

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ КРОВЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ Ганиев Р.И., Кузнецова Е.В., канд. техн. наук, доцент 2956

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ПЕРЕУСТРОЙСТВЕ КОНСТРУКЦИИ КРЫШИ ИЗ ПЛОСКОЙ В СКАТНУЮ Гнедова К. В., Гурьева В. А., д-р техн. наук, доцент..... 2964

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В ЭЛЕКТРОННОМ ВИДЕ Гордиенко М.П., Кулешов И.В. 2971

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВЫСОТНОГО ЖИЛОГО ДОМА Горина Д.Н..... 2982

ПОЛИМЕРНЫЕ ПОКРЫТИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЯХ Грызлова Д.А., Кузнецова Е.В., канд. техн. наук, доцент..... 2992

ВЛИЯНИЕ СМАРТ-ОКОН НА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЮ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ Гунько Н.М. 2996

АНАЛИЗ СОСТАВОВ РЕСТАВРАЦИОННЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ НА ОБЪЕКТАХ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ Гурьева В.А., д-р техн. наук, доцент, Одинцов А.Р..... 3001

АНАЛИЗ СТЕНОВЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ Гурьева В. А., д-р техн. наук., доцент, Саридис А. Э. 3006

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ «ТЕРМОТЕХНИК». ПОВЫШЕНИЕ КПД ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА Дашивец Д.А. 3012

ЭФФЕКТИВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ГИПСА Дорофеева О.С. 3017

ОБЗОР КЕРАМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ Гурьева В.А., д-р техн. наук., доцент, Дорошин А.В., Дубинецкий В.В., Горяйнова Т.А. 3021

КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ПРЕПОДАВАНИИ МЕХАНИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ АРХИТЕКТУРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ Дырдина Е.В., канд. техн. наук, доцент3025

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ СОВМЕЩЕННЫХ ПЛИТ НА ДЕРЕВЯННОМ КАРКАСЕ Жаданов В.И., д-р техн. наук, профессор, Жигулина К.В. 3037

ПРОБЛЕМАТИКА ПОВЫШЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА Зайцева К.Н. 3043

ХАРАКТЕРИСТИКИ СВЕТОПРОПУСКАНИЯ РЕШЕТОЧНОГО СМАРТ-ОКНА С УГЛОВОЙ СЕЛЕКТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИЕЙ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ Закируллин Р.С., д-р техн. наук, доцент 3050

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ГРАФИКОВ В ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ Зиннатуллин А. Р. 3056

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОДНОСТУПЕНЧАТЫХ ВОДОПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ «С ЗАНИЖЕННОЙ ОБРАТКОЙ» НА ТЕМПЕРАТУРУ ОБРАТНОЙ СЕТЕВОЙ ВОДЫ ИЗ ТЕПЛОВОГО ПУНКТА Изаак С.А. 3060

ОШИБКА В ОПРЕДЕЛЕНИИ РАСХОДА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ, ВСТРЕЧАЮЩАЯСЯ ПРИ ПЕРЕСЧЁТЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ НА ДРУГОЙ ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ГРАФИК Изаак С.А. 3066

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕПЛОПРОВОДОВ Изаак С.А. 3070

ПРИНЦИПЫ ПОВЕРОЧНОГО ТЕПЛОВОГО РАСЧЁТА ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ, РАБОТАЮЩИХ БЕЗ ИЗМЕНЕНИЯ АГРЕГАТНОГО СОСТОЯНИЯ ГРЕЮЩЕЙ И НАГРЕВАЕМОЙ СРЕД В СИСТЕМАХ КОММУНАЛЬНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Изаак С.А. 3079

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОБРАЗОВАНИЕ ОТЛОЖЕНИЙ И КОРРОЗИИ НА СТЕНКАХ ТРУБОПРОВОДА Кабаргин С. В. 3085

ВОЗВЕДЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ «TWISTBLOCK MOULDS» Васильева М.А., канд. техн. наук, доцент, Кагарманов И.Р. 3090

О НЕКОТОРЫХ ТИПИЧНЫХ И НЕТИПИЧНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ КАМЕННЫХ СТЕН МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ Касимов Р.Г., канд. техн. наук, доцент 3093

АРХИТЕКТУРА МЕЧЕТИ ХУСАИНИЯ ГОРОДА ОРЕНБУРГА Климова Ю.В. 3097

ОРИЕНТАЦИЯ СТУДЕНТОВ-АРХИТЕКТОРОВ НА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЦЕННОСТИ Кобер О.И. 3101

ИНТЕГРАЦИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТ В ИНЖЕНЕРНУЮ ЦИФРОВУЮ МОДЕЛЬ МЕСТНОСТИ И ЦИФРОВУЮ ИНФОРМАЦИОННУЮ МОДЕЛЬ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ Кулешов И.В., Коваленко А.А. 3108

МЕТОДИКА РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИТОВ Колотвин А.В., канд. техн. наук, доцент, Колотвин Д.А. . 3115

КОМПОЗИТНЫЙ РЕМОНТ ДЕФЕКТОВ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА Колотвин А.В., канд. техн. наук, доцент, Колотвин Д.А. .. 3119

СВЕТОПРОНИЦАЕМЫЙ БЕТОН Гончарова Е.А., Кравцов А.И., канд. техн. наук, доцент, ... 3123

ВАРИАНТЫ «ЗАЛЕЧИВАНИЯ» ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА Кравцов А.И., канд. техн. наук, доцент, Макаева А.А., канд. техн. наук, доцент, Дергунов С.А., канд. техн. наук, доцент 3128

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ УСТРОЙСТВЕ КРОВЛИ Краснова Е.Е., Гаврилов А.А., канд. техн. наук, доцент 3132

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СИСТЕМ СБОРНО-МОНОЛИТНОГО КАРКАСНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ (СМКД) Сапрыкина Т.К., канд. техн. наук, Линьков И.Э. 3140

ПРИМЕНЕНИЕ ФАНЕРЫ В НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА Лисов С.В. 3148

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕСУЩИХ КЛЕЁНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В СРАВНЕНИИ С ТРАДИЦИОННЫМИ СТРОИТЕЛЬНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ Гурьева В. А., д-р техн. наук, доцент, Лысенкин В. В. 3153

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СЪЕМНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ЧЕХЛОВ K-FLEX В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ Малеваная А.Н. 3159

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА EICUT ПРИ ПРОГРЕВЕ МОНОЛИТНОЙ ПЛИТЫ ГРЕЮЩИМИ ПРОВОДАМИ Мозгунов В..С., Гаврилов А.А., канд. техн. наук 3163

ОРГАНИЗАЦИЯ ГОРОДСКОГО ЦЕНТРА ЭКОЛОГИИ – ОСНОВА ДЛЯ ПРИНЯТИЙ ЭФФЕКТИВНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ГРАДОРЕГУЛИРОВАНИИ Мубаракшина М.М., доцент 3167

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ Муртазина Л.А. 3175

АНАЛИЗ СТАТИЧЕСКИХ СХЕМ ПЕРЕКРЫТИЙ МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ НА СТАЛЬНОМ КАРКАСЕ Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент, Воробьева М.А. 3179

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ СТАЛЬНЫХ РЕШЕТЧАТЫХ АРОК КРУГОВОГО ОЧЕРТАНИЯ Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент, Коломеец О.В. 3185

ВАРИАНТЫ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ПЕШЕХОДНОГО МОСТА ЧЕРЕЗ РЕКУ САКМАРА В СЕЛЕ НОВОГАФАРОВО ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент, Хазиахметов В.Р. 3190

СРАВНЕНИЕ МЕТАЛЛОЕМКОСТИ СТРОПИЛЬНЫХ ФЕРМ ОДНОЭТАЖНОГО ТРЕХПРОЛЕТНОГО ЗДАНИЯ ДЛЯ НЕРАЗРЕЗНОЙ И

РАЗРЕЗНОЙ СХЕМ ПОКРЫТИЯ Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент, Шаферстов И.А. 3195

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ НАУЧНЫХ РАЗРАБОТОК В МЕТОДАХ РАСЧЁТА ПРИТОКА ТЕПЛА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС УНИВЕРСИТЕТА Оденбах И.А., канд. пед. наук 3201

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЗЛОВ СОЕДИНЕНИЯ ТОНКИХ СТАЛЬНЫХ ЛИСТОВ С ДЕРЕВЯННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ Жаданов В.И., д-р техн. наук, профессор, Пересыпкина В.А. 3205

АНАЛИЗ ТИПОЛОГИИ ЗДАНИЙ С ОПТИМАЛЬНЫМ ДНЕВНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ Пикалова Е.В. 3211

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ НАВЕСНОГО ВЕНТИЛИРУЕМОГО ФАСАДА Провоторов С.Н., Касимов Р.Г., канд.техн.наук, доцент 3215

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВОМ СООРУЖЕНИЙ Рахимова О.Н., канд.пед.наук 3225

ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В КОНТЕКСТЕ ИЗУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН Рахимова О.Н., канд.пед.наук, Черноглазова Г.Г. 3228

ДИНАМИКА УДАРА АВТОМОБИЛЯ О НЕПОДВИЖНОЕ ПРЕПЯТСТВИЕ Морозов Н. А., канд.техн.наук, доцент, Гаврилов А. А., канд.техн.наук, Решетов С. Ю., канд.техн.наук, доцент, Канчурин Р. Я. 3231

МОНИТОРИНГ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО И АДМИНИСТРАТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ Руднев И.В., канд. техн. наук, доцент, Ашиккалиев А.Х. 3237

ПРОБЛЕМЫ АЭРАЦИИ КОТЛОТУРБИННОГО ЦЕХА САКМАРСКОЙ ТЭЦ Руднев И.В., канд. техн. наук, доцент, Воронцов Д.А., Тонких В.В. 3242

ДЕРЕВЯННЫЕ КАРКАСЫ ИЗ БРУСА ДЛЯ ЗДАНИЙ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ ЭТАЖНОСТИ Руднев И.В., канд. техн. наук, доцент, Нечаев А.А. 3246

МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О ЗАМЕНЕ УЧАСТКА ТЕПЛОВОЙ СЕТИ Сагадиев А.А. 3252

ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННЫХ БОЛЬШИХ ГОРОДОВ РОССИИ Саттаров Д. Н. 3257

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ Семагина Ю.В., канд. техн. наук, доцент, Ванчинова М.А., канд. пед. наук 3261

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И БЕЗОПАСНОСТЬ Сериков С.В., Дергунов С.А., канд. техн. наук, доцент,

Сатюков А.Б., канд. техн. наук, Спирина А.Ю., Федосеенко Г.В., Сатмухамбетов Е.Б. 3266

О ТЕХНОЛОГИЯХ ТЕСТИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ВУЗЕ Сидоренко Ю.В., канд. техн. наук 3270

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ Сидоренко Ю.В., канд. техн. наук 3274

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ Сидоренко Ю.В., канд. техн. наук 3278

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ Сущева Д.К., Касимов Р.Г., канд. техн. наук, доцент 3282

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТРОТУАРНОЙ ПЛИТКИ Рыбалкин П.А., Турчанинов В.И., канд. техн. наук, доцент 3287

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МАЛОЭТАЖНЫХ МОБИЛЬНЫХ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ Украинченко Д. А., канд. техн. наук, доцент, Абдураупов Б. Р. 3293

РАЦИОНАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ФУНДАМЕНТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ Украинченко Д.А., канд. техн. наук, доцент, Булатова Е.В. 3305

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ И ТИПЫ УСИЛЕНИЯ ФУНДАМЕТОВ Украинченко Д.А., канд. техн. наук, доцент, Ягофаров Р.Р. 3310

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ Фазуллин Д.Ф. 3316

ВЫБОР ВОДОСТОЧНЫХ СИСТЕМ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ Чернокожев А.И., Кузнецова Е.В., канд. техн. наук, доцент 3321

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОРОЗОСТОЙКОСТИ БЕТОНА ПРИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТАХ Шарипова И.А. 3328

РАССМОТРЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГИПЕРБОЛОИДНОЙ ФОРМЫ С МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ Шаферстов И.А., Шаферстов Т.А. 3332

ПЕНОСТЕКЛО – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ Шевцова Т.И. , канд. пед. наук, доцент 3338

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЯ ПОЛА СПОРТИВНОГО ЗАЛА ШКОЛЫ Шерстобитова Н.А., Сахацкий Д.Н., Кузнецова Е.В., канд. техн. наук, доцент 3342

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТ КОРРОЗИИ Шумбасов Д.Е. 3347

ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕПЛОЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ

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

Вследствие длительного отопительного сезона на большей территории России расходы на теплоснабжение становятся, учитывая рост цен на энергоносители, основной частью эксплуатационных расходов по содержанию отапливаемых зданий и сооружений с нормируемым микроклиматом в помещениях.

В гражданском строительстве, в общественных зданиях повседневного и периодического пользования (больницы, торговые центры, предприятия общественного питания) нарушение температурно- влажностного режимы существенно сказывается на качестве функционирования данных объектов.

В промышленной сфере расходы на отопление входят в себестоимость продукции и влияют на рыночную стоимость товара, следовательно, на его конкурентоспособность и прибыль предприятия. Особенно актуальна задача энергоснабжения для небольших предприятий, обеспечение микроклимата в которых является частью производственного процесса.

И плюс ко всему, каждый год специалистами вносятся корректировки и дополнения в строительные нормы и правила, серьёзно повышающие требования по тепловому сопротивлению всех ограждающих конструкций отапливаемых гражданских и промышленных зданий.

В жилищном строительстве эта тема очень остро встает для собственников жилья, так как стоимость отопления самая большая цифра в коммунальных квитанциях, неподъемная для малоимущих слоев населения.

Качественное выполнение ограждающих конструкций жилых зданий способно значительно снизить расходы на энергоносители для обеспечения температурно- влажностного режима жилых помещений комфортного для проживания и отвечающего требованиям СанПиН и СП.

В настоящее время одним из способов оценки теплозащитных характеристик зданий является определение расчетным путем проектно-информационных показателей ограждающих конструкций. Фактические результаты строительства не учитываются. При резко возросшей стоимости энергоносителей такой подход не устраивает потребителей- жильцов, поскольку не учитывает случайные (но очень частые) изменения характеристик строительных материалов и конструкций, нарушения технологии при производстве строительно-монтажных работ. Проще говоря, когда в проекте предусмотрено одно, а на деле применяется другое.

Как показывает опыт, оценивать теплозащитные характеристики наружных ограждающих конструкций, через которые идут основные

теплопотери, целесообразно на основе фактического контроля конкретной строительной конструкции еще и тепловизионным методом, как минимум, на двух этапах: в процессе сдачи в эксплуатацию и через определенный срок эксплуатации.

Тепловизионный метод позволяет регистрировать теплотехническую неоднородность ограждающих конструкций, выявлять теплопроводные включения, участки возможной конденсации влаги и дефекты монтажных работ, места утечки тепла.

В комплексе с контактными измерениями – определять фактическое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий.

Согласно СП 50.13330.2012,теплозащитная оболочка здания должна отвечать следующим требованиям:

а) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должно быть не меньше нормируемых значений (поэлементные требования);

б) удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения (комплексное требование);

в) температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений (санитарно-гигиеническое требование).

Требования тепловой защиты здания будут выполнены при одновременном выполнении требований а), б) и в) и эксперт обязан их учитывать. В противном случае, отчет тепловизионной дефектоскопии будет не корректным и может ввести в заблуждение.

Это можно продемонстрировать на примере двух отчетов тепловизионных исследований жилых зданий.

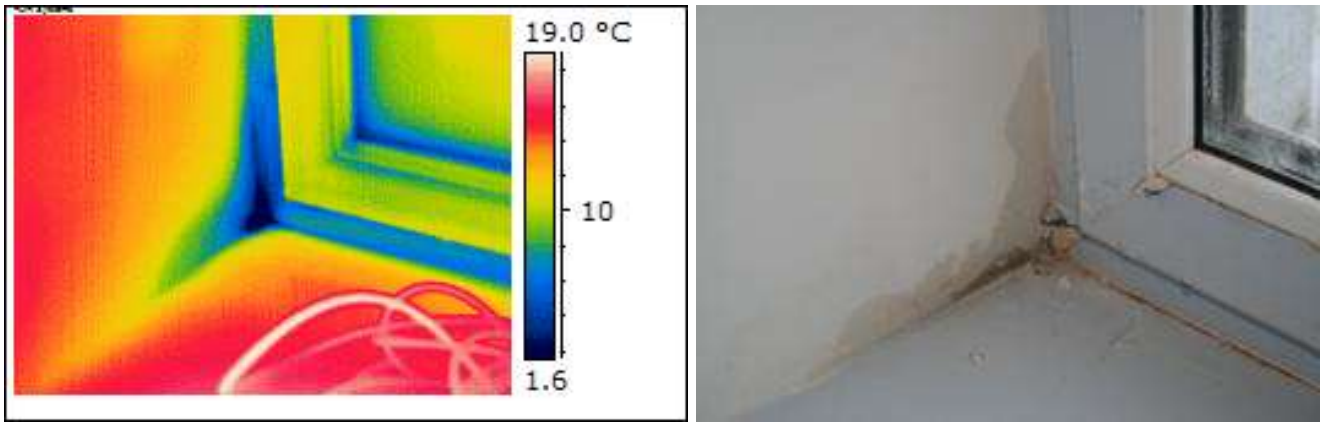


Рисунок 1-. Недостаточная тепловая защита приводит к намоканию угла откоса, появлению плесени и разрушению материала откоса.

На рисунке 1 четко видно температура конструктивной поверхности оконного угла составляет плюс 1,6^{o}C, температура точки росы для жилых зданий составляет плюс 11,6 ^{o}C. Вывод – образуется конденсат, происходит

намокание. Вывод очевиден и может быть получен как расчетным, так и экспериментальным, тепловизионным способом. Конечно, есть весомые основания добиваться устранения дефектов с возмещением морального ущерба собственникам данного помещения

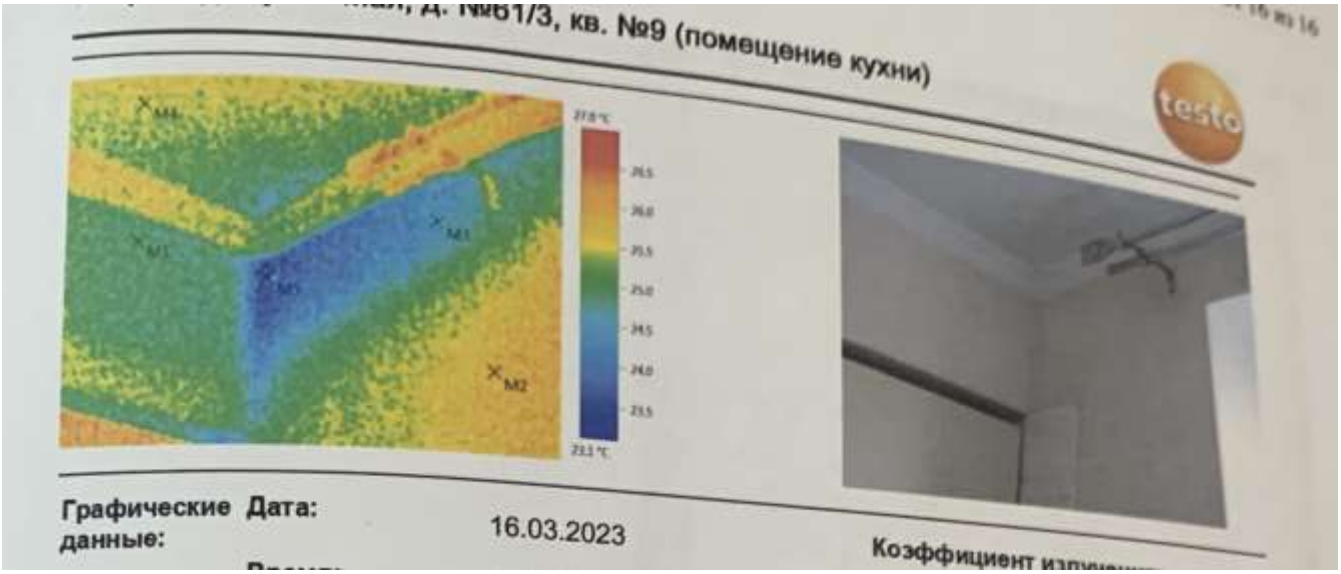


Рисунок 2- Фактические тепловизионные измерения температуры поверхности наружной стены кухни жилого дома

Рисунок 2 демонстрирует – тепловое поле неоднородное, изменение температуры поверхности колеблется от плюс 23,5 ^{o} С до плюс 25,5 ^{o} С. При температуре точки росы для жилых зданий плюс 11,6 ^{o} С выпадение конденсата и намокания поверхности стены не произойдет. Помещение сухое, имеет температуру комфортную для проживания.

Однако, если температура внутреннего воздуха будет составлять плюс 27°С, возникает прецедент на исковое заявление, так как, согласно СП50.13330.2012 нормируемый температурный перепад для стен жилых зданий $\Delta t_н$ должен быть равен плюс 4 ^{o} С, и в данном случае это требование нарушено. К сожалению, очень сложно в результате судебных разбирательств, людям неспециалистам в данной области доказать, что данное несоответствие не вредит эксплуатационным показателям конструкций.

В данном случае, помимо умения владения прибором, хороший специалист должен в совершенстве знать расчетные методики, уметь ими пользоваться.

Рисунок 3 показывает, что синее не значит холодное. Температура поверхностей составляет плюс 22,9 ^{o} С. Данный показатель превышает нормативную температуру внутреннего воздуха для жилых помещений, которая составляет плюс 21 ^{o} С.

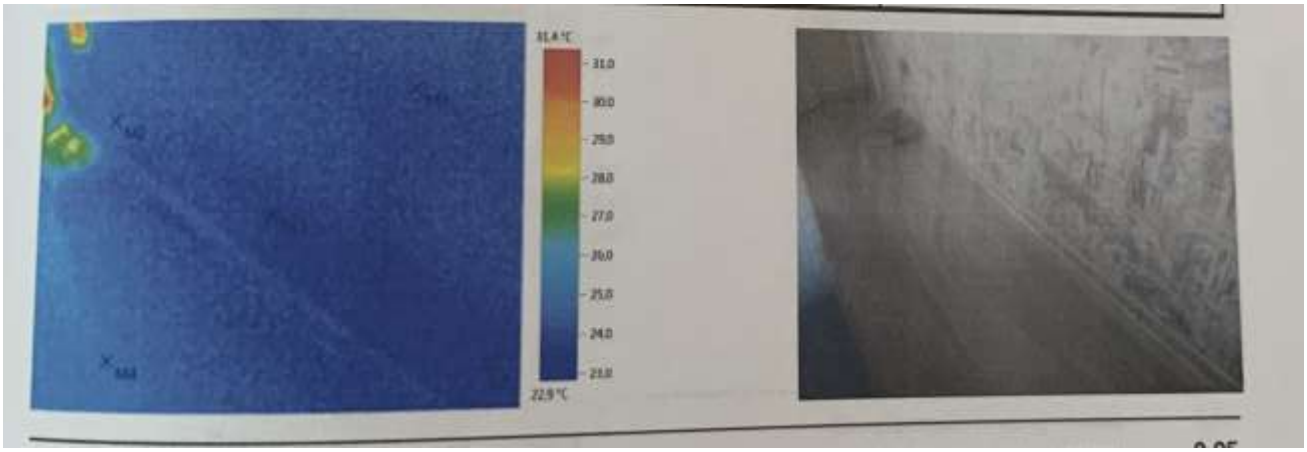


Рисунок 3 – Тепловое поле наружной стены и пола

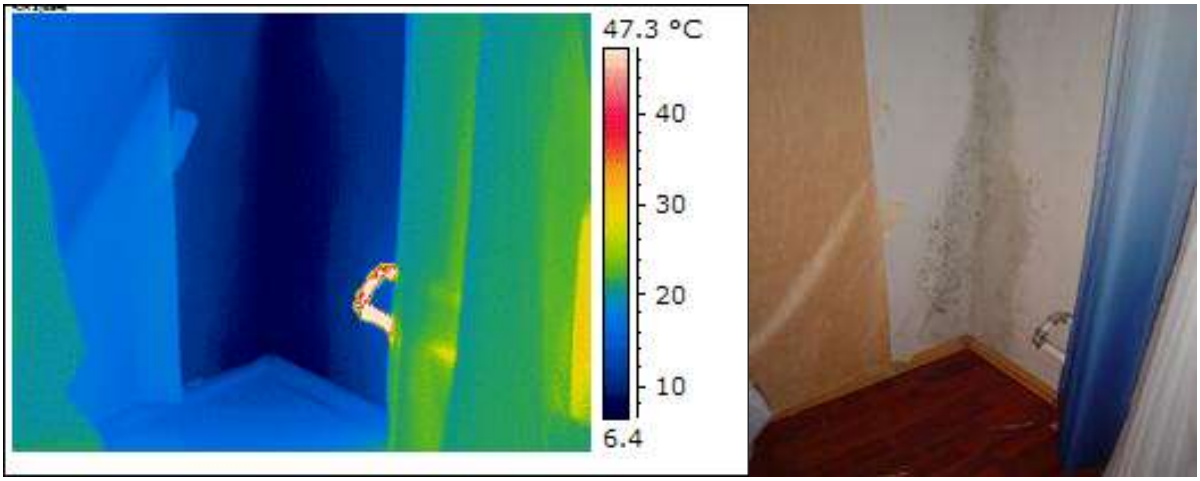


Рисунок 4- Недостаточная тепловая защита вертикального стыка стеновых панелей

На рисунке 4 дефект тепловой защиты в стыковом соединении привел к намоканию внутренней поверхности, появление плесени, что видно и без прибора, но тепловизор дает неопровержимые обоснования происходящему

Список литературы

1. Петров Д. С., Василевская Э. С. Оценка фактической теплозащиты зданий методом тепловизионного контроля/ Петров Д. С., Василевская Э. С.// В мире неразрушающего контроля. № 4 (30) .- С Петербург, 2005 с. 29-31

2. Адигамова З.С. Инновационные подходы к проектированию зданий/ Адигамова З.С., Лихненко Е.В. // Сборник материалов Международной научной конференции (12-13 ноября 2014г., Москва)/М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т.-Электрон. дан, и прогр. - Москва: Издательство МИСИ- МГСУ, 2015 с.128-131.- Научное электронное издание комбинированного распространения: CD-R

3. Лихненко Е.В. Инновационный подход к проектированию крыш при разработке энергоэффективных жилых зданий /Адигамова З.С., Лихненко

Е.В.// Сборник материалов Международной научной конференции (12-13 ноября 2014г., Москва)/М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. гос. Строит. ун-т.-Электрон. дан, и прогр. - Москва: Издательство МИСИ-МГСУ,2015 с.128-131.- Научное электронное издание комбинированного распространения: CD-R

4.Адигамова, З. С. Минимизация энергозатрат при проектировании современных гражданских 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., Оренбург / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбургский гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург: ОГУ,2018 . - С. 10-14. . - 5 с.

5. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 от 30 июня 2012 г. N 265 и введен в действие с 1 июля 2013 г. - М.: Минрегион России - 2012 .-139 с.

6. СП 230.1325800.2015 «Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей». УТВЕРЖДЕН приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 8 апреля 2015 г. № 261/пр и введен в действие с 30 апреля 2015 г. -75 с.

7. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения СНиП 52-01-2003. – Введ. 20.06.2019. - М.: Минстрой России. – 2018. – 118с.

8. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* : Утвержден Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 30 июня 2012 г. № 275 и введен в действие с 1 января 2013 г. В СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология» внесено и утверждено изменение № 2 приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 17 ноября 2015 г. № 823/пр и введено в действие с 1 декабря 2015 г.- М.: Минрегион России - 2012 .-229 с.

9. Федеральный закон от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации";

ТЕХНОЛОГИЧНОЕ КУПОЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

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

Во многих городах существует такая проблема, как однообразная, не современная архитектура. Хочется видеть интересные, технологичные здания и сооружения, но в основной массе мы встречаем однотипные многоэтажки, частные дома, магазины и т.д. Как же разбавить однородную архитектуру? Одним из решений может стать технологичное современное купольное строительство.

История купольных зданий насчитывает много сотен лет. Издавна разные народы строили жилища в виде сферы – тюркские народы – юрты, северные – иглу, африканцы – Икукване. Древние люди интуитивно стремились к сферической форме зданий, ни зная ничего об энергоэффективности.

В культуре майя, например, жрецы-астрономы наблюдали небесные светила в каменных купольных сооружениях-обсерваториях, которые размещались во многих городах. Наиболее известен Караколь в Чичен – Ице: здание завершается огромным куполом, которому испанцы дали название Эль –Караколь, то есть «Улитка».

Рисунок 1- Обсерватория Эль-Караколь в Чичен-Ице

И вот в 30-е годы XX века Бакминстер Фуллер спроектировал геодезический купол на основе усечённого икосаэдра. Он дополнительно разбивался на определенное количество треугольников, что называется частота триангуляции и в итоге получилась не хаотичная, а строго рассчитываемая новая модель купола.

На данный момент это наиболее прочная купольная конструкция, так как в её основе заложена самая прочная геометрическая фигура треугольник и распределенная нагрузка.

Рисунок 2- Геодезический купол Фуллера

Это изобретение было шагом к популяризации купольных домов, однако они стали известны лишь через несколько десятков лет, когда люди в полной мере смогли оценить все возможности сферических конструкций.

Помимо геодезического купола, в 1996 г. Р.М. Фри были изобретены стратодезические купола, которые отличаются от геодезических тем, что имеют в своей основе симметрию осевую. Геодезические купола лучше воспринимают нагрузки, векторы которых сходятся в центре исходной сферы. Стратодезические же более устойчивы к вертикальным нагрузкам, а осевая симметрия позволяет рассекать купол на гораздо большее количество горизонтальных слоев, ограниченных параллельными плоскостями, чем радиальная, что делает стратодезические купола более дружественными как к традиционным методам строительного конструирования, так и к поточным методам сборки.

В 1960 году архитектор Джон Лотнер создал в Калифорнии известный на весь мир проект дома, напоминающий НЛО. Он использовал инновационную концепцию стратодезического купола для проекта.

Рисунок 3- Проект Джона Лотнера - «летающая тарелка»

Строительство геодезического купола начинается с трудоемкого и сложного расчета.

Самым главным показателем перед расчетом является радиус сферы, потому что на основе его можно вычислить площадь поверхности купола, углы между ребрами куполов, высоту строения, длину и число ребер.

Расчет конструкции является очень важным пунктом в технологии возведения, потому что именно с помощью него получится возвести качественный объект.

Этапы строительства геодезического купола:

Первым этапом является подбор места. Именно от выбора площадки зависит дальнейшая эффективность сооружения. Лучше всего устраивать купол на ровной местности, но в тоже время местность должна быть достаточно освещенной. А все это для того, чтобы купол получал достаточное количество солнечной энергии.

Вторым этом является подготовка площадки. Перед строительством участок обязательно нужно очистить от мусора и убрать с него растения. При устройстве крупного сооружения нужно будет подготовить опоры для будущего геокупола. В качестве опор используют цементно-песчаный раствор. Если же планируется не крупное сооружение, например, теплица, то фундамент в данной конструкции не нужен.

Третий этап — это закупка строительных материалов. Ведь для того чтобы соорудить качественное и долговечное сооружение необходимо подготовить качественный строительный материал.

Четвертый этап – возведение сооружения. Элементы собираются в прочный и сбалансированный каркас, который является крепкой основой купольного сооружения. После возведения каркаса в проемы устраивается стекло, пленочная мембрана и т.д. Все будет зависеть от предназначения сооружения.

Рисунок 4 – Возведение деревянного купольного строения

Геодезический купол используют - в выставочных павильонах, крышах для стадионов, бассейнов, теннисных кортов и т.д., под ними скрывают элементы радиолокационных станций, защищают полярные экспедиции от антарктического холода.

Геодезический купол - незаменимый элемент в проектах по освоению Марса и Луны, основа для постройки гигантских космических станций в космосе.

Примерами являются:

Рисунок 5 - Действующая с 1956 года постоянно обитаемая антарктическая станция США на Южном полюсе. Амундсен — Скотт

Рисунок 6 - Globen — спортивно-концертный комплекс. Стокгольм, Швеция. D = 110 м. Сферическое сооружение высотой 85 метра. Построен в 2000 гг.

Рисунок 7 - Национальный театр оперы. Пекин, Китай. 2006 год. Купол вытянут в длину на 212 метров, в ширину на 144 метра, а высота 46 метров.

Рисунок 8 - Самая большая сфера в мире и крупнейший музей возобновляемой энергии ЭКСПО — 2017 в Астане, Казахстан. Высота — 100 м, диаметр сооружения — 80 м.

К Положительным сторонам строительства геодезического купола можно отнести:

− Надежность данного сооружения, если при каких-либо обстоятельствах будет разрушено 20-35% всей конструкции, каркас все равно останется устойчивым.

− Экономичность, материалов применяемые для строительства данного сооружения не требуют дополнительных растрат на дорогостоящие мощные фундаменты.

− Быстрое возведение сооружения, возвести данную конструкцию с легкостью сможет одна бригада рабочих.

− Поверхность куполов не нуждается в специальном уходе, пыль смывается дождевой водой, влага стекает, не оставляя потеков.

− Легкая конструкция обладает высокой несущей способностью. Чем больше купол, тем он прочнее и надежнее, поскольку нагрузка распределяется равномерно между большим количеством металлических элементов.

− Важное преимущество данных куполов в том, что он имеет идеальную аэродинамическую форму и поэтому такие сооружения выдерживают сильнейшие воздействия ветров и ураганов.

− Равномерное распределение нагрузок по всей поверхности геодезического купола, приводит к отсутствию опасных аномальных зон для человека внутри купольного здания.

− Необходимая аэрация воздуха внутри геокупола исключает места застоя воздуха внутри него.

К отрицательным сторонам относится:

− Сложность расчета, геодезический купол невозможно рассчитать в двух плоскостях. Для расчета нужно хорошо владеть пространственным представлением и умением пользоваться программами по 3D моделированию.

− Найти специалистов в отрасли строительства достаточно сложно, потому что данные строения стали применять значительно недавно.

− При строительстве купольного сооружения останься много отходов, так как чаще всего используются треугольны, прямоугольные и квадратные проемы.

В данной работе мы сравним стоимость возведения геодезического купола и традиционного здания.

Каркас геодезического купола можно купить готовый, в зависимости от нужной площади, а также возможно приобрести полностью готовое здание. Стоимость будет зависеть от материала каркаса и наружных ограждений.

Самым выгодным для частного строительства будет использование деревянного основания.

Примерное определение стоимости купольного дома на 50 м.кв:

− Стоимость каркаса - около 400 тыс.руб.
− Стоимость наружной обшивки (треугольные окна и влагостойкая фанера) - 300 тыс.руб
− Стоимость основания. Используется столбчатый армированный фундамент. - от 70 тыс.руб
− Полная стоимость за геокупол на 50 кв.м не учитывая стоимость земли подключений и внутренней отделки. - 770 тыс.руб

Рисунок 9 – Геодезический купол площадью 50 м.кв.

Стоимость классического одноэтажного дома без подключения и внутренней отделки на 50 кв.м составляет около 2 млн. руб (по объектам аналогам).

Сравнивая стоимостные характеристики, мы делаем вывод о том, что купольное здание не только эстетически привлекательное, но и экономически выгодное.

Таким образом можно сделать вывод, что геодезический купол может использоваться в качестве жилого здания, глемпинга, в качестве навеса, ангара. Это отличное недорогое и оригинальное решение, стоимость будет

зависеть от количества остекления и квадратуры. Строительство купольного здания не занимает так много времени как классический дом, при этом ничем не уступает ему.

Список литературы

1. Соловьева В.Е. Современные светопрозрачные конструкции с использованием пленок на основе ETFE – полимера: научная статья/ Е.В. Соловьева, А.С. Борисова, Е.Ю. Сергеева. – Кубань: КУБГТУ, 2018. -342с.

2. Александров А.Я. Проблемы архитектуры: Сборник материалов: Том 1, книга 2/ под редакцией А.Я. Александрова. - Москва: Издательство всесоюзной Академии архитектуры, 1936.

3. Устройство ввода [Электронный ресурс] / Древнейшая история купольной формы. Режим доступа: https://www.dome1.ru/istoria-kupolnoi-architecture-o-krugloi-forme?ysclid=lg53nvfyv516807099.

4. Устройство ввода [Электронный ресурс] / Архитектура Bubble купол Геодезические изобретатель Р. Бикминстер Фуллер. Режим доступа: http://www.bubblemania.fr/ru/architecture-bulle-dome-geodesique-inventeur-r-buckminster-fuller-1895-1983/

5. Цвингман Г.А. Основные типы куполов, их конструкции и архитектура: научная статья/ Г.А. Цвингмана. – Москва: 1936.

ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СОВМЕЩЕННЫХ ПАНЕЛЕЙ НА ДЕРЕВЯННОМ КАРКАСЕ С КЛЕЕДОЩАТОЙ ОБШИВКОЙ

Жаданов В.И., д-р техн. наук, профессор,
Нестеренко М.А., Аксенов М.Н.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»

Цель работы - определение характера распределения напряжений в клеедощатой обшивке совмещенных панелей в зависимости от её толщины для определения коэффициента приведения, используемого в практических расчетах [1], а также определение характера распределения изгибных напряжений в ребрах и величин прогибов исследуемых конструкций в характерных точках.

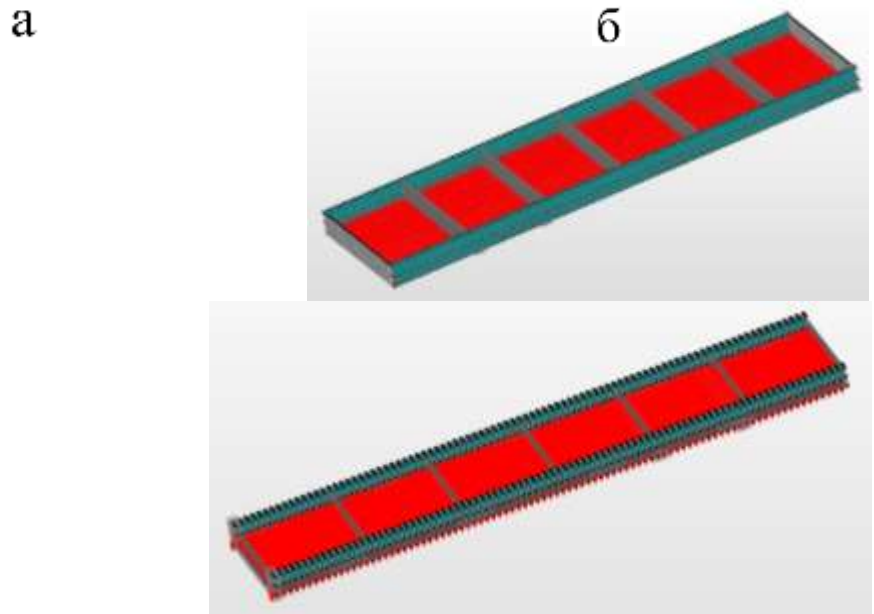
Построение пространственной модели для исследований произведено в программном комплексе от отечественного разработчика НТЦ АПМ. Пластинчато-стержневая модель не позволяет в полной мере оценить влияние геометрических параметров обшивки и граничных условий на рациональное конструктивное решение панелей. Более адекватной в этом случае является модель, ребра которой заданы в виде твердотельных объемных конечных элементов и обшивки из пластинчатых конечных элементов. Твердотельное моделирование ребер позволяет учесть анизотропию древесины и более адекватно моделирует жесткое клеевое соединение ребер с обшивкой [2]. Граничные условия задаются в соответствии со схемой расположения панели в рамной конструкции с консольным вылетом.

С целью установления закономерности влияния вышеперечисленных параметров в расчетах варьируются следующие величины: толщина клеедощатой обшивки $\delta_{об}$ изменялась в пределах от 10 мм до 60 мм; схема работы – знакопеременный изгиб или сжатие с изгибом.

Шаг несущих ребер принимается 1,5 и 3,0 м. Узлы сопряжения конечных объемных элементов ребер с пластинами приняты абсолютно жесткими, что соответствует характеру клеевого соединения. Сечения ребер приняты 85х340 мм [3].

На рисунке 1 приведены геометрические модели панелей с различным шагом ребер.

Напряжения в обшивке изгибаемой панели размером 1,5×6,0м в изгибаемом отсеке имеют максимальные значения у основных ребер и уменьшаются к середине ширины конструкции. Такой характер распределения напряжений растяжения в обшивке сохранялся в целом по всей длине конструкций. Локальное перераспределение напряжений в средней части в зоне опирания панели вызван граничным условиями, обуславливающими переход панели от свободно опертой части к консольной в зоне опирания.



а - с шагом ребер 3 м; б – с шагом 1,5 м

Рисунок 1 – Геометрическая модель панели

На рисунке 2 приведена характерная карта напряжений в панели с толщиной клеедощатой обшивки 34 мм.

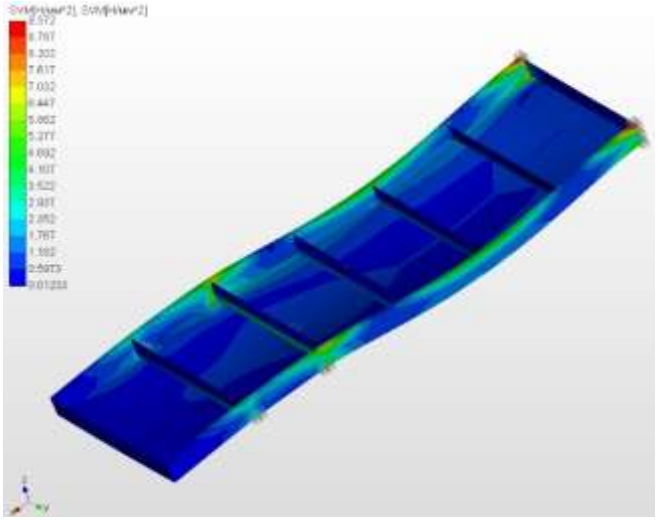


Рисунок 2 - Карта распределения напряжений в панели

На рисунке 3 приведена карта распределения напряжений в обшивке панели.

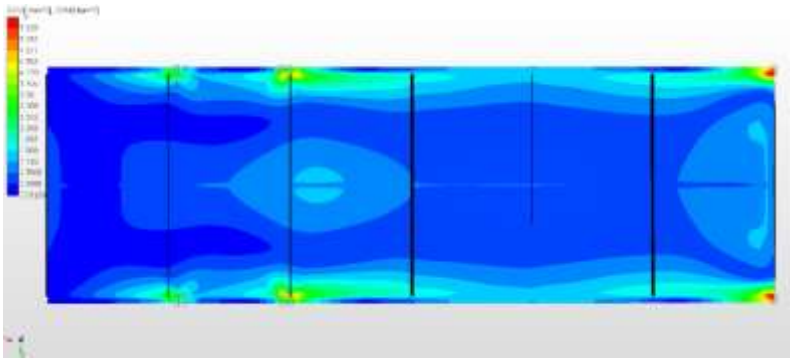


Рисунок 3 – Распределение напряжений в обшивке панели

Из результатов модельного эксперимента следует, что при варьировании толщиной обшивки увеличение напряжений в обшивке у ребер панелей относительно серединной части фиксируется с увеличением толщины обшивки. Это объясняется снижением в обшивке изгибных деформаций при увеличении ее толщины. За рациональную толщину обшивки можно принять величину 30...40 мм.

Степень влияния вышеперечисленных факторов оценивалась изменением неравномерности распределения нормальных напряжений σ_x по ширине обшивки, характеризующейся коэффициентом приведения, определяемым по формуле:

$$k_{об} = \frac{\sigma_x^{ср}}{\sigma_x^{max}} \qquad (1)$$

где $\sigma_x^{ср}$ – среднее нормальное напряжение по ширине обшивки в рассматриваемом сечении;

σ_x^{max} – максимальное значение нормальных напряжений, возникающих в обшивках в месте их присоединения к основным ребрам.

Средние нормальные напряжения в обшивке, зная характер их распределения по ширине поперечного сечения, определяются как:

$$\sigma_x^{ср} = \frac{1}{b_{об}} \int_a^{b_{об}} \sigma_x d_y \approx \frac{1}{b_{об}} \sum_{i=1}^{n} \sigma_x \Delta y^i \qquad (2)$$

где σ_x^i – значения нормальных напряжений в каждой точке по ширине сечения;

Δy^i – ширина участка обшивки между соседними точками измерений;

$b_{об}$ – ширина обшивки между ребрами.

Результаты численных вычислений согласуются с экспериментальными и теоретическими данными, полученными в работе [4]. Например, рисунке 4 приведены теоретические и экспериментальные графики распределения нормальных сжимающих напряжений в обшивке с шагом ребер 1,5 м, расположенной в растянутой зоне поперечного сечения. Аналогичный характер распределения напряжений в обшивке, выявленный при численных исследованиях, сохранялся по всей длине конструкции, при этом значение

коэффициента приведения обшивки по всему пролету конструкции оставалось практически неизменным.

Значительно меньшая неравномерность распределения напряжений в обшивке наблюдалась при уменьшении шага несущих ребер. Например, уменьшение шага несущих ребер до 1,5 м обеспечило повышение коэффициента $k_{об}$ до 0,46 при его значении при шаге ребер 3,0 м, равным 0,32.

Увеличение толщины клеедощатой обшивки от 30 мм до 40 мм, приводило к частичному выравниванию эпюры сжимающих напряжений в обшивке, вследствие чего увеличивалось и значение коэффициента приведения. Стоит заметить, что изменение коэффициента в большую сторону за счет увеличения толщины обшивки наблюдалось при различном шаге несущих ребер панелей.

Полученные значения коэффициентов приведения обшивки при ее толщине 30, 40 и 50 мм представлены в таблице 3.1.

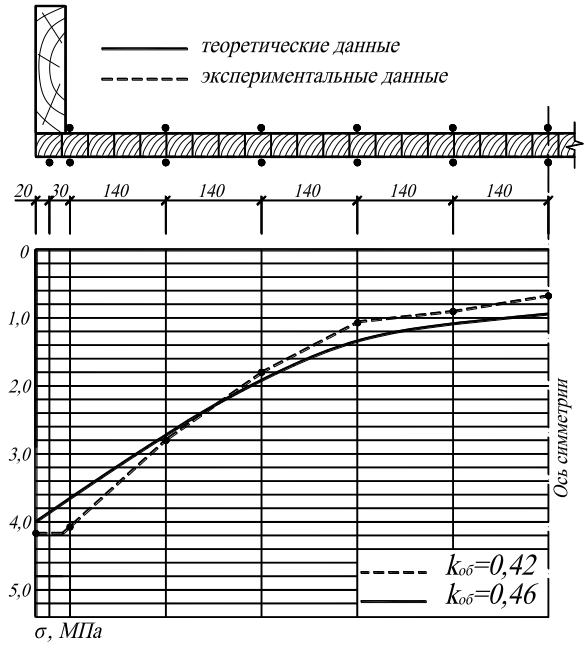


Рисунок 4 – Распределение нормальных сжимающих напряжений в обшивке с шагом ребра в 1,5 м, расположенной в растянутой зоне поперечного сечения

Таблица 1 – Значение коэффициентов приведения обшивки для панели пролетом 3,0 м при различных шагах основных ребер и толщинах обшивки

Шаг основных ребер, мм	Толщина обшивки ($\delta_{об}$), мм		
	30	40	50
1500	0,37	0,46	0,51
3000	0,28	0,32	0,36

Для удобства выполнения практических расчетов, полученные данные можно выразить в виде формул. Квадратичная аппроксимация значений таблицы 1 при подстановке $\delta_{об}$ в сантиметрах приводит к соотношениям:

$$k_{об}^{1500} = -0{,}01 \cdot \delta_{об}^2 + 0{,}183 \cdot \delta_{об} - 0{,}113 \quad , \tag{3}$$

$$k_{об}^{3000} = -0{,}023 \cdot \delta_{об}^2 - 0{,}116 \cdot \delta_{об} + 0{,}415 \quad , \tag{4}$$

Для определения степени влияния пролета на значение коэффициента $k_{об}$ были выполнены расчеты конструкций при фиксированных параметрах ширины панели и толщины обшивки с варьированием пролета от 3,0 м до 6,0 м. Выполненные расчеты показали, что при увеличении пролета панели увеличивается коэффициент приведения обшивки (рисунок 5). Так, для панели шириной 1,5 м при увеличении пролета с 3,0 м до 6,0 м при толщине клеедощатой обшивки 40 мм значение $k_{об}$ увеличилось с 0,46 до 0,52, то есть величина изменения достигает 12%. Аналогичные результаты были получены и при других исходных параметрах панелей, что говорит о необходимости учета этого фактора в расчетах конструкций.

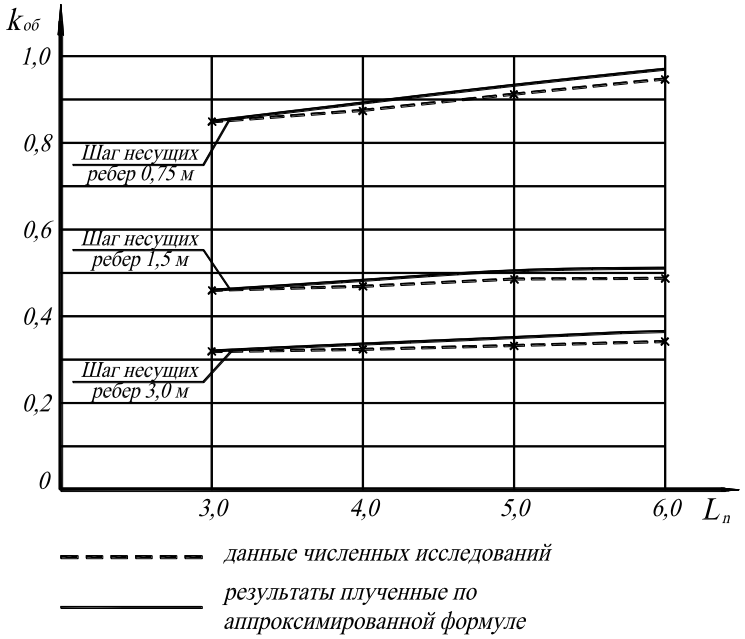


Рисунок 5 – График зависимости степени влияния изменения пролета панели на значение коэффициента приведения обшивки

Для учета фактической длины панели, в работе [4] предложено к полученным ранее значениям коэффициентов приведения (таблица 1) вводить поправочный коэффициент k_l:

$$k_l = 0{,}662 + 0{,}338\sqrt{\frac{L_п}{L_{баз}}} \quad , \tag{6}$$

По результатам численных исследований, выполненных в настоящей работе в ПК «АРМ СЕ», расхождение в сравнении с предложенной методикой составляет не более 2%, что можно считать вполне приемлемым для выполнения практических расчетов.

Характерным результатом численных исследований является выявленная зависимость прогибов ребер панели от толщины обшивки.

На рисунке 6 показан график зависимости величины прогиба ребер от толщины обшивки.

Анализ результатов показал, что характер этой зависимости теряет свою интенсивность с заданием толщины обшивки в 30 и более миллиметров. С учетом собственного веса панелей с точки зрения максимального использования ресурса материалов наиболее рациональной представляется толщина обшивки 34 мм.

В результате проведенных численных исследований выявлено следующее:

1. Проведенные численные исследования позволили выявить и проанализировать закономерности изменения напряженно-деформированного состояния панелей с клеедощатой обшивкой в зависимости от различных факторов.

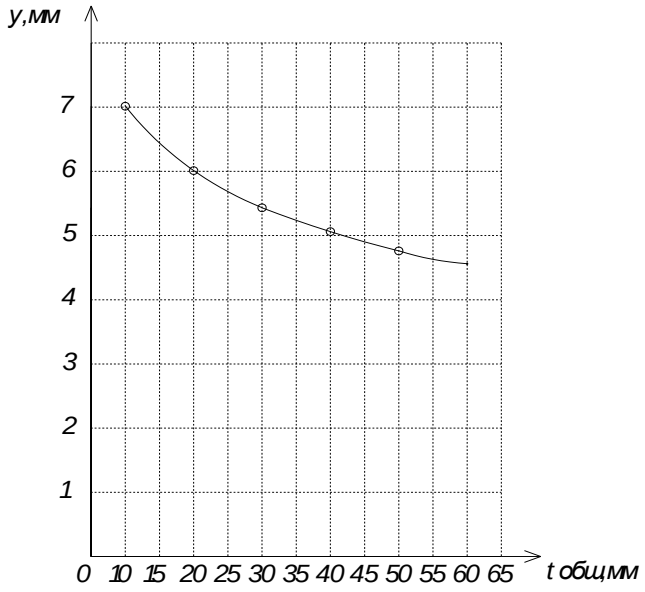


Рисунок 6 – Зависимость прогиба ребер панели от толщины обшивки

2. Исследование степени неравномерности распределения нормальных напряжений по ширине обшивки, характеризуемая коэффициентом приведения $k_{об}$, подтвердило возможность использования этого коэффициента в практических расчетах для оценки фактического напряженно-деформированного состояния рассматриваемого класса конструкций. Влияние фактического значения пролета конструкции с достаточной для практических

целей точностью можно учесть при помощи введения в расчет поправочного коэффициента k_l.

Список литературы

1. Жаданов В.И., Яричевский И.И. Эффективность применения крупноразмерных плит на основе древесины в покрытиях зданий // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: материалы международной научной конференции. Москва. МГСУ. 2015. С.150-154.

2. Жаданов, В.И., Инжутов И.С., Никитин В.М. Исследование напряженно-деформированного состояния крупноразмерной ребристой плиты с обшивкой, приклеенной на части длины конструкции // Известия ВУЗов. Строительство. 2008. – № 7 – С. 4 – 10.

3. Барков М.С., Никитин В.М., Ермолин В.Н. Формообразование большепролетных покрытий общественных зданий и сооружений с применением двухскатных клеедощатых элементов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2012. № 1. С. 100-105.

4. Украинченко Д.А. Деревянные унифицированные панельные конструкции с клеедощатой обшивкой: дис., канд. техн. наук – Оренбург, 2011. – 178 с.

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ТИПЫ ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ ФЕРМ

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

Одной из основных задач проектировщиков при конструировании зданий с металлоконструкциями, помимо обеспечения прочности, общей устойчивости здания и его элементов, является снижение материалоемкости, трудоемкости изготовления и, как следствие, стоимости затрат. Разумное применение сечений в строительных конструкциях позволяет эффективно воспринимать и распределять нагрузки, что, в свою очередь, снижает потребность в материалах и общие затраты на строительство. Ключевым аспектом здесь является тщательный подбор сечений в соответствии с требованиями проекта и природой нагрузок. Эта проблема остается актуальной в современной сфере строительства, поскольку она является отправной точкой для каждого нового проекта.

Наиболее эффективными, удовлетворяющими архитектурно-строительным требованиям по прочности, устойчивости и архитектурной выразительности при проектировании большепролетных зданий остаются ферменные металлоконструкции.

Ферма – сквозная решетчатая конструкция, состоящая из отдельных прямолинейных стержней, соединенных между собой в узлах. Эта система геометрически неизменяема даже в том случае, если все реальные узловые соединения заменены идеальными шарнирами. В действительности узлы фермы не являются шарнирами. Пояса фермы представляют собой неразрезные стержни, а узловые соединения обладают значительной жесткостью [1].

Фермы являются основой многих стержневых систем и разнообразны по назначению. Их используют в конструкции покрытий зданий (стропильные, подстропильные фермы), междуэтажных перекрытий, в качестве контурных диафрагм оболочек, складок и др. Область применения ферм – промышленное, гражданское и сельскохозяйственное строительство. Ферма работает на изгиб от внешней вертикальной нагрузки, как правило, приложенной в узлах. Благодаря этому в элементах фермы возникают осевые растягивающие и сжимающие усилия, что обеспечивает более полное, сравнительно с балками, использование несущей способности материала.

Металлические фермы условно делят на легкие и тяжелые. К легким относят фермы пролетами до 50 м и усилиями в поясах, не превышающими 4000 кН. Фермы с большими усилиями и пролетами свыше 50 м считаются тяжелыми. В контексте данной статьи уделим основное внимание легким фермам.

Легкие фермы имеют одностенчатую решетку с одним рядом узловых фасонок или без них и пояса различного сечения. В элементах этих ферм используют следующие профили – уголки, швеллеры, тавры, трубы (круглые, квадратные и прямоугольные). Наиболее распространенные типы сечений элементов легких ферм, приведены на рисунке 1.

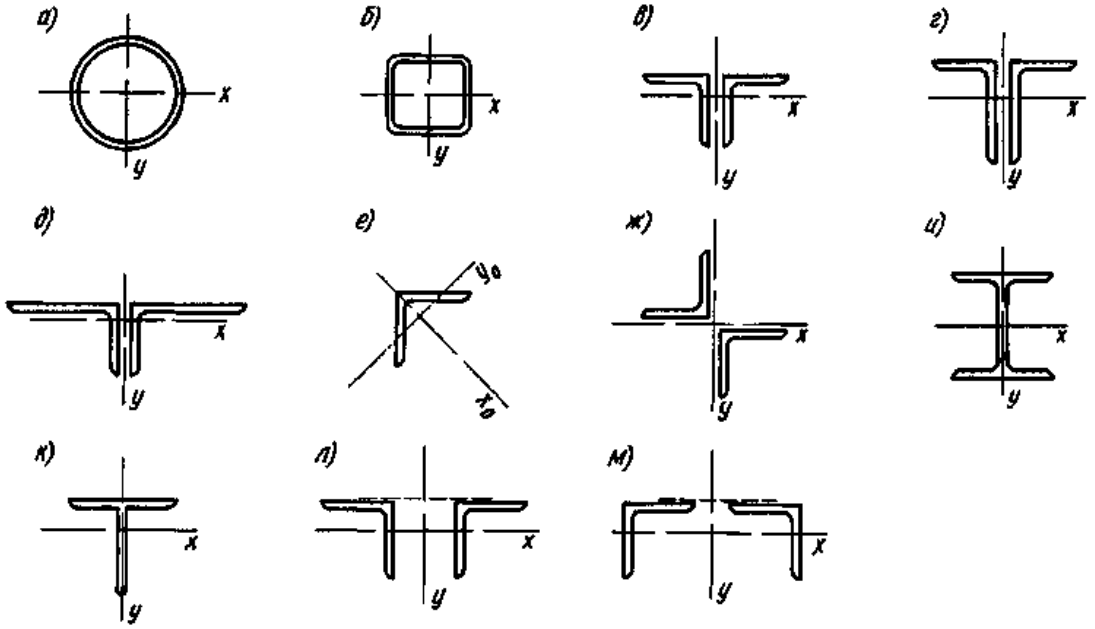


Рисунок 1 - Типы сечений стержней легких ферм

Различные типы сечений имеют свои особенности и преимущества, которые могут быть использованы в соответствии с конкретными условиями. Рассмотрим основные типы сечений, используемых в стальных фермах.

Стропильные фермы, в основном, проектируют: из парных горячекатаных уголков (рисунок 1, в, г, д, ж, л, м); из замкнутых прямоугольных гнутосварных профилей (рисунок 1, б); из круглых электросварных труб (рисунок 1, а); с поясами из тавров (рисунок 1, к) и решеткой из горячекатаных уголков; с поясами из широкополочных двутавров (рисунок 1, и) и решеткой из замкнутых прямоугольных гнутосварных профилей или горячекатаных уголков. Возможно также применение ферм из одиночных уголков (рисунок 1, е).

Фермы из парных горячекатаных уголков по своим конструктивным особенностям можно применять во всех климатических районах в сочетании с легкими и тяжелыми ограждающими конструкциями при пролете зданий – 18 ÷ 42 м. Однако из-за наличия узловых фасонок и других листовых деталей они очень ресурсозатратны и трудоемки в изготовлении, поэтому могут применяться только в обоснованных случаях. В то же время уголки являются относительно дешевым материалом по сравнению с другими типами стальных профилей, такими как двутавры или трубы. Их массовое производство и доступность на рынке позволяют снизить стоимость готовых изделий. Таким образом, при определенных условиях, фермы из уголков могут быть более

экономически эффективными в сравнении с альтернативными вариантами конструкций. Не допускается эксплуатация этих ферм в средне- и сильно-агрессивной среде из-за наличия зазора между уголками. Не следует также их применять при внеузловых нагрузках, вызывающих значительный местный изгиб поясов.

Фермы из замкнутых гнутосварных прямоугольных и квадратных труб весьма экономичны благодаря рациональной форме профиля и бесфасоночным соединениям элементов решетки с поясами. Наиболее целесообразной областью применения таких ферм являются пролеты зданий до 30 м в сочетании с легкими ограждающими конструкциями. При больших нагрузках и пролетах их эффективность, учитывая повышенную стоимость профилей, снижается. Сравнительно высокая жесткость профилей позволяет воспринимать внеузловые нагрузки. Необходимо, однако, учитывать, что при изготовлении профилей ударная вязкость материала в местах гибов снижается, поэтому без дополнительной термообработки поясов и опорных раскосов применять эти фермы в условиях эксплуатации при расчетной температуре наружного воздуха ниже минус 40 °С не допускается.

Фермы из круглых электросварных труб по расходу стали относятся к числу наиболее эффективных конструкций. Круглая форма поперечного сечения профиля обеспечивает по сравнению с открытыми профилями той же площади, повышенную общую и местную устойчивость стержней, а также возможность бесфасоночного соединения элементов решетки с поясами. Также большим преимуществом трубчатых стержней является их хорошая обтекаемость. Благодаря обтекаемости ветровые давления на них меньше, на них мало задерживается грязь и влага, поэтому они более стойки против коррозии, их легко очищать и окрашивать, что также повышает долговечность [4]. Фермы из круглых труб рекомендуется применять в сочетании с легкими ограждающими конструкциями (стальной профилированный настил и другие аналогичные материалы) ввиду ограниченной несущей способности поясов при восприятии непосредственно воздействующих на них узловых сосредоточенных нагрузок. При передаче на верхние пояса ферм сосредоточенных нагрузок требуется конструировать детали (столики из труб) для приложения этих нагрузок симметрично относительно осевой плоскости фермы. При применении ферм из круглых труб следует учитывать необходимость фигурных резов концов элементов решетки при их бесфасоночном соединении с поясами, что практически возможно только на заводах, оснащенных специальными машинами. При невозможности выполнения фигурной резки концы труб сплющивают и приваривают к поясам.

Фермы с поясами из тавров и решеткой из горячекатаных уголков являются одним из самых рациональных конструктивных решений универсального назначения. Область применения таких ферм аналогична фермам из парных горячекатаных уголков, но в отличие от последних фермы с поясами из тавров за счет существенного сокращения количества листовых

деталей менее трудоемки в изготовлении и имеют меньшую (на 10- 12 %) массу.

Фермы с поясами из широкополочных двутавров из-за особенностей сортамента этих профилей могут быть в достаточной степени эффективны при пролетах 30 м и более. При пролетах 24 м такие фермы можно применять при больших нагрузках. Они также могут быть использованы при наличии внеузловых нагрузок. Решетку ферм экономически целесообразно выполнять из замкнутых гнутосварных профилей с креплением к поясам впритык, без фасонок. Однако следует иметь в виду, что такое решение требует повышенной точности изготовления. Возможна решетка из горячекатаных уголков с узловыми соединениями на фасонках. В этом случае повышается трудоемкость изготовления и растет материалоемкость ферм, в связи с чем такой вариант может быть использован лишь при соответствующем обосновании.

Фермы из одиночных уголков по расходу стали и трудоемкости изготовления малоэффективны, поэтому не могут быть рекомендованы для широкого применения. В таких фермах узлы можно проектировать без фасонок и стержни решетки приварить непосредственно к полке поясного уголка угловыми швами. Особенностью ферм из одиночных уголков является возникновение в узлах изгибающих моментов от несимметричности сечений. Несимметричность ведёт к смещению продольных сил от центральных осей в сторону полок от разных по величине жёсткостей стержней, соединённых в узле. Поэтому к недостаткам ферм из одиночных уголков можно отнести: асимметрию сечений стержней, в результате чего в узлах возникают крутящие моменты; в элементах решётки могут действовать дополнительные изгибающие моменты как в плоскости, так и из плоскости фермы. Возможной областью рационального использования таких ферм могут быть здания с агрессивной средой, так как элементы ферм легко доступны для нанесения антикоррозионной защиты [3].

Количественную оценку экономичности профиля (или элемента конструкции) в сравнении с другим следует производить только при соблюдении условий сопоставимости, а именно: при одинаковых геометрических и расчетных схемах, при одинаковых силовых воздействиях и при равной несущей способности (по прочности или устойчивости) сравниваемых профилей (элементов конструкций), а также при равной жесткости, если предельная деформация является определяющим условием [2].

Равенство несущей способности или жесткости представлено в общем виде, выражающем условия сопоставимости

$$N = N_1, \qquad (1)$$

где N, N_1 – характеризуют допустимые нагрузки $|q|$ или $|N|$ или определяющие характеристики (момент сопротивления W, момент инерции I, радиус инерции i и т.д.)

При совпадении у сопоставляемых профилей (элементов конструкций) показателей, согласно равенству (1), относительная экономичность (в процентах) одного профиля (элемента конструкции) в сравнении с другим определяется по формуле

$$\Delta = \left(\frac{F}{F_1} - 1\right) \cdot 100\%, \qquad (2)$$

где F, F_1 – масса или стоимость элемента конструкции или единицы длины профиля, площадь поперечного сечения профиля.

Если показатели, согласно равенству (1), не совпадают (для профилей это наиболее распространенный случай), то определяют эквивалентные показатели сравниваемого профиля или элемента конструкции по методике эквивалентных параметров.

Искомый показатель профиля (элемента конструкции) $m_э$ равнопрочного профилю (элементу конструкции) A_n (рисунок 2) находится между ближайшими по значению показателя N профилями (элементами конструкции) B_m и B_{m-1} сортамента B. Эквивалентный показатель F_m профиля (элемента конструкции) $m_э$ равен

$$F_{mэ} = F_{m,1} + \left(F_m - F_{m,1}\right) \cdot k_э, \qquad (3)$$

где $k_э$ – коэффициент эквивалентности, определяемый по формуле

$$k_э = \frac{N_n - N_{n-1}}{N_m - N_{n-1}}.$$

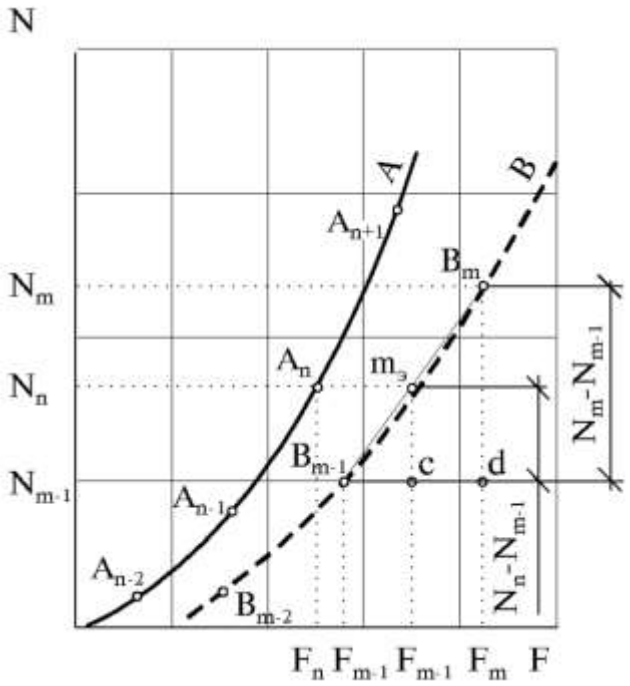


Рисунок 2 – К определению эквивалентных показателей

Сопоставляемая сортаментная кривая B заменяется ломаной линией (рисунок 2). Участки сортаментных кривых как правило весьма пологи, поэтому точность показателей, определенных по методике эквивалентных параметров, находится в пределах 1-2 % [2].

В заключении можно отметить, что анализ различных параметров и характеристик профилей позволяет эффективно определить оптимальное сочетание форм сечений элементов для конкретного проекта. Правильный выбор сечения способствует не только снижению финансовых расходов, но также повышению общей эффективности строительной конструкции. Такая методика является неотъемлемой частью инженерного проектирования, направленного на достижение оптимального баланса между качеством, прочностью и экономической эффективностью.

Перспективность дальнейших исследований заключается в продолжении изучения и оптимизации методов выбора профилей для строительных конструкций. Важным направлением является дальнейшее углубление в анализ влияния различных параметров и факторов на экономичность применения определенных профилей. Развитие более точных моделей и методов оценки позволит более детально учитывать специфику конкретных проектов.

Кроме того, важно исследование новых материалов и технологий, которые могут дополнительно повысить эффективность выбора профилей, а также снизить общие эксплуатационные издержки.

Список литературы

1. Таратута В.Д. Большепролетные конструкции промышленных и гражданских зданий и сооружений : учеб.пособие / В.Д. Таратута, А.М. Бегельдиев.– Краснодар : КубГАУ, 201. – 187 с.

2. Металлические конструкции. В 3т. Т.1. Общая часть. (Справочник проектировщика) / Под общ. ред. заслуж. строителя РФ, лауреата госуд. премии СССР В.В.Кузнецова (ЦНИИпроектстальконструкция им. Н.П.Мельникова) – М.: изд-во АСВ, 1998,— 576 стр. с илл.

3. Металлические конструкции. В 3т. Т.2. Стальные конструкции зданий и сооружений. (Справочник проектировщика) / Под общ. ред. заслуж. строителя РФ, лауреата госуд. премии СССР В.В.Кузнецова (ЦНИИпроектстальконструкция им. Н.П.Мельникова) – М.: изд-во АСВ, 1998,— 576 стр. с илл.

4. Металлические конструкции. Общий курс: Учебник для вузов / Е.И. Беленя, В.А. Балдин, Г.С. Веденников и др.; под общ. ред. Е.И. Беленя. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986 г. – 560 с.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЖИЛЫЕ КОМПЛЕКСЫ С ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМ КАРКАСОМ

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

В условиях современных реалий во многих городах возникает острая необходимость повышения плотности застройки, а также расширения функциональных связей между общественными и жилыми элементами среды. Важнейшей задачей проектировщиков является интенсивное использование городских территорий.

Многофункциональные жилые комплексы (МФЖК) являются одной из перспективных градообразующих форм застройки, повышающей эффективность использования территории. МФЖК представляют собой разнообразные по назначению группы помещений. Помимо помещений жилого назначения данные комплексы могут включать в себя административные, торгово-развлекательные, офисные и гостиничные помещения, а также гаражи и автостоянки [1].

На практике подавляющее большинство многофункциональных комплексов являются просто жилыми или офисными проектами с разной степенью активации торговли на нижних уровнях [2]. Жилые помещения ориентированы на дворовые территории, а офисы, торговые точки и прочие общественные учреждения размещают по периметру в виде дома-экрана. С помощью этого приема создаются отдельные зоны для жителей многофункционального дома и для посетителей общественного сектора [4].

В связи с масштабностью многофункциональных жилых комплексов, для составления их проекта требуются инвестиции, время и внимательная разработка. При упущении некоторых аспектов при разработке проекта здания, могут выявиться несколько недостатков. Но и без упущенных аспектов в проектировании, у горизонтальных и вертикальных многофункциональных жилых комплексов имеются свои преимущества и недостатки.

Преимущества вертикальных многофункциональных жилых комплексов:

– выгода для застройщика: нижние этажи здания обычно предоставляют под офис, предприятия продовольственной торговли и другие объекты, которые пользуются большим спросом у предпринимателей;

– снижение коммунальных платежей для жителей здания: значительная часть коммунальных платежей приходится на предприятия, которые действуют внутри комплекса, тем самым снижается стоимость коммунальных услуг для жителей;

– экономия времени для жильцов: в таком комплексе появляется возможность одновременно отдыхать, работать и жить в одном районе. У

жителей не будет необходимости ежедневно долго ехать до нужных мест назначения;

– развитая инфраструктура: как было написано ранее, вертикальный МЖК находится в центре города, где доступна удобная транспортная развязка.

Недостатки вертикального многофункционального жилого комплекса:

– отсутствие пространства на территории: так как здание находится в центре города, и вокруг него находятся другие здания, существуют проблемы со вместимостью парковочных мест и гаражей, недостаточным размером детских и спортивных площадок, не хватает озелененных территорий;

– высокая стоимость жилья и нежилых коммерческих помещений: на высокую стоимость помещения МЖК влияют существенные затраты застройщика на покупку площади и возведение многоэтажного здания;

– сочетание жилого и нежилого помещений: естественно, при неправильной планировке здания, соседство данных помещений может стать причиной раздражения жильцов из-за скопления посетителей нежилого помещения и их шума.

Преимуществами горизонтальных многофункциональных жилых комплексов могут быть:

– большая площадь придомовой территории по сравнению с вертикальными МЖК;

– обладают собственными административными и общественными зданиями;

– удаленность от источников раздражения: шумов и пыли магистралей;

– наличие парковочных мест, детских и спортивных площадок, а также наличие необходимой инфраструктуры;

– выгодная стоимость жилых и нежилых квартир по сравнению с вертикальным;

– высокий уровень озеленения в территории.

Основные недостатки горизонтальных жилых комплексов:

– удаленность от центра города, где находятся офисы крупных компаний, государственные и правительственные учреждения;

– как говорилось ранее, если при планировании будут упущены некоторые нюансы, то могут привести к дискомфорту у жителей МФК. Например, эти недостатки могут разграничить жилые дома и развлекательные центры, что может привести к неудобствам у жителей [4].

В отечественной практике проектирования многофункциональных жилых комплексов широко применяются железобетонные каркасы, в то время как в зарубежном строительстве в большинстве своем отдают предпочтение металлическим каркасам. Использование каркасной схемы позволяет возводить здания со свободной планировкой внутреннего пространства, что особенно актуально при проектировании многофункциональных жилых комплексов, когда на этапе проектирования не известно конкретное назначение помещений. Большинство отечественных МФЖК возводятся с использованием монолитного железобетонного безригельного каркаса (рисунок 1). При такой конструктивной схеме из монолитного железобетона

выполняются колонны, перекрытия, а также диафрагмы жесткости, стены, ограждающие лифтовые шахты и лестницы [3]. Безригельное (безбалочное) перекрытие позволяет уменьшить габаритную высоту перекрытия, а также получить ровную поверхность нижней грани перекрытия.

Рисунок 1 - Монолитный железобетонный каркас.

Рисунок 2 - Крупнопанельный жилой дом с монолитным железобетонным каркасом в уровне первого этажа.

Масштабность применения железобетона при строительстве МФЖК обусловлена его высокими физико-механическими показателями, долговечностью, хорошей сопротивляемостью динамическим воздействиям, воздействиям температуры и влажности, малыми эксплуатационными расходами, возможностью получения конструкций сравнительно простыми технологическими методами, использованием в основном местных материалов, а также сравнительно невысокой стоимостью [7].

Особенно следует отметить целесообразность использования монолитного железобетонного каркаса в уровне первого этажа крупнопанельных жилых домов. В рамках проектирования многофункциональных жилых комплексов недостаток крупнопанельных домов заключается в ограниченности планировки первого этажа, связанной с необходимостью установки панелей труд под другом на всю высоту здания, при этом фактическая планировка затрудняет, а зачастую, делает невозможным размещение помещений общественного назначения. Одним из путей решения преодоления этих трудностей стало строительство многоэтажных панельных домов с монолитным первым этажом (рисунок 2), который представляет из себя этаж со свободной планировкой. Тем самым панельное домостроение позволяет существенно сократить сроки строительства, упростить конструктивную схему зданий и стоимость жилой площади. А монолитные стены первого этажа дают возможность организовать помещения любых размеров и площадей [6].

В последние годы строительство крупных жилых комплексов с развитой инфраструктурой стало популярным. Хотя такие объекты могут относиться к многофункциональным жилым комплексам, их основная функция – жилье, а другие функции занимают гораздо меньшую часть и являются дополнительными. Для более эффективного использования нижних этажей в таких зданиях часто размещают офисные или торговые помещения и помещения свободного назначения, не требующие специальных норм при проектировании [5]. Девелоперы часто используют такой формат, так как даже в сложной рыночной ситуации в стране, можно представить себе успешную реализацию помещений заранее.

Несмотря на сложности, возникающие на этапах проектирования и строительства многофункциональных зданий и комплексов, их создание открывает новые возможности и горизонты. С точки зрения архитектурной выразительности такие объекты всегда характеризуются индивидуальностью и компактностью, сочетая функции труда и быта населения, становясь объектами общего притяжения. Для более широкого внедрения многофункциональных зданий и комплексов в городскую среду необходимо проводить анализ мирового и отечественного опыта, исследовать принципы архитектурно-планировочной организации и рекомендации, которые охватывают весь комплекс вопросов формирования застройки. Таким образом, можно создать комфортные и функциональные про

странства, которые удовлетворят различным категориям жителей, способствуя развитию города и его инфраструктуры [8].

Список литературы

1. Буток, О. В. Типологические основы проектирования многофункциональных жилых комплексов / О. В. Буток, Н. Д. Черныш // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых – 2014 : сборник научных статей 3-й Международной молодежной научной конференции: в 2-х томах, Курск, 13–15 ноября 2014 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 2. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2014. – С. 138 – 142.

2. Фолина, В. И. Многофункциональные жилые комплексы средней этажности как перспектива жилой застройки / В. И. Фолина, И. В. Тонкой // E-Scio. – 2021. – № 12(63). – С. 146 – 152.

3. Коршунова Н. Н. Особенности конструктивных решений зданий многофункционального назначения в различные периоды развития архитектуры //Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. – 2005. – №. 1. – С. 121 – 124.

4. Ушницкая, Л. Е. Современные проблемы многофункционального жилого комплекса / Л. Е. Ушницкая, Е. А. Багардынова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 26 (130). — С. 395-397. — URL: https://moluch.ru/archive/130/36161/ (дата обращения: 11.01.2024).

5. Бычкова, А. А. Планировочная организация многофункционального жилого комплекса / А. А. Бычкова, Д. Д. Доронина // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 01–30 мая 2015 года / Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2015. – С. 1663 – 1668.

6. Сыродоева Л. В. Особенности создания расчетной схемы крупнопанельного жилого дома с монолитными конструкциями первого этажа [Электронный ресурс] / Аркаев М. А., Сыродоева Л. В., Герц В. А., Сычев Д. А. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием), 23-25 янв. 2019 г., Оренбург / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбургский гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ, 2019. - . - С. 39-45. . - 7 с.

7. Анпилов С. М. Технология возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона //Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов. – 2010. – С. 18 – 20.

8. Архитектурно-планировочная организация многофункциональных зданий: На примере жилищного строительства в Москве [Электронный ресурс] / Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat // Режим доступа: http://www.dissercat.com/content/arkhitekturno-planirovochnaya-organizatsiya-mnogofunktsionalnykh-zdanii-na-primere-zhilishch

ФОРМИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

Аюкасова Л.К., доцент, член союза архитекторов РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Образовательная система является важным элементом развития любого общества. Она адаптируется под социально-политические, экономические, мировоззренческие основы общества, формирующие новые требования к эффективному развитию человека. Образовательная среда постоянно требует переосмысления архитектурного пространства, соответствующего современным принципам.

С середины XX века эра типового проектирования сформировала достаточно прагматичное отношение к любому типу пространств, в т.ч. образовательному. Как правило, это школьные здания, спроектированные с четким соблюдением нормативной базы, с планировочной структурой, соответствующей образовательному процессу, грамотным зонированием, экономически целесообразным решением. Их отличала четкая геометричность, композиционная симметричная структура (в большинстве случаев), преимущественно коридорная планировочная система, где к классным помещениям примыкал широкий коридор-рекреация. Классные помещения представляли собой замкнутые пространства, большинство помещений было одинаковых размеров, с однообразным оборудованием.

Такой подход к решению пространства продиктован во многом советской образовательной системой, основанной на единой учебной программе, единых методиках преподавания, передаче дисциплинарных знаний, использования традиционных методов обучения, основанных на преобладании непререкаемого авторитета учителя, дополнительном кружковом образовании. При общей стандартизации процесса неизбежен и стандартизированный подход в объемно-пространственном решении школьных зданий.

Во многих городах нашей страны образовательная деятельность протекает именно в таких типах школ.

Процесс преобразования современной образовательной среды основан на изменении педагогических концепций, на понимании необходимости адаптации архитектурного пространства к меняющимся условиям обучающих процессов, на принципиальном изменении отношения к роли и влиянию архитектурной среды, способной формировать мировоззренческие, психологические, интеллектуальные, поведенческие основы развития подрастающего поколения.

В области педагогических процессов поэтапно во всем мире, в том числе и в России, происходит смена образовательной парадигмы – национальный

проект «Образование 2030» – проект, реализуемый Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) и направленный на модернизацию систем образования во всем мире для обеспечения устойчивого развития [1, 2].

Мировая практика проектирования и строительства школ отличается новаторскими поисками проектных решений, которые можно условно представить в виде двух направлений – универсального и социального.

«Первое, универсальное, направление подчеркивает функциональнопланировочную особенность пространства школы, которое обладает «гибкими» возможностями «учитывать» изменения методов и технологий образования. Коротко: оно отражает социальную направленность на эффективное и устойчивое развитие образовательных услуг, обеспеченное «универсальностью» архитектурного пространства.

Второе, социальное, выделяет в планировке и объемном решении социальную значимость школы, транслируя в архитектурном образе идейное содержание современного образования (открытый и гибкий характер, удовлетворение образовательных потребностей, равенство доступа к образовательным услугам, самоопределение учащегося). В этом направлении архитектурная структура декларирует общегражданские идеалы как основу единства развития школы и общества» [3].

Школы, спроектированные и построенные по современным требованиям к образовательному пространству, отличаются от существующего наследия, но, как правило в России, это пилотные проекты: образовательный комплекс «Точка будущего», Иркутск, 2020 г., арх. Cebra & UNK project, архитектурно-градостроительная концепция школы-лаборатории «Новый взгляд» в составе ЖК «Садовые кварталы», г. Москва, 2020 г., арх. Сергей Скуратов ARCHITECTS.

Массово школьная образовательная деятельность протекает в объектах, не отвечающих современным педагогическим концепциям. В попытке решить эту проблему с 2022 года реализуется масштабная Федеральная программа капитального ремонта школ «Модернизация школьных систем образования». Миссия проекта заключается в повышении качества капремонта за счет вовлечения студентов вузов в подготовку эскизных дизайн-проектов.

Проект стартовал по инициативе Федерального штаба общественного контроля по вопросам капитального ремонта школ и развития школьной инфраструктуры, Общественного совета при Министерстве просвещения России и уже второй год реализуется при поддержке Общественной палаты РФ [5].

Проект «Школа мечты» сформировалась на стыке нескольких федеральных программ: программы модернизации образования, программы «обучение служением» и федеральной программы капитального ремонта школьных зданий.

Это проект, в котором субъектам РФ предлагается наладить взаимодействие со школами, вошедшими в президентскую программу

капремонта, с региональными университетами, готовящими будущих архитекторов и дизайнеров.

Цель проекта – направить креативный и профессиональный ресурс региональной молодежи на решение социально значимой задачи перезагрузки и повышения качества школьных пространств в ходе капитального ремонта [6].

В Оренбургской области в городских и сельских поселениях насчитывается 813 школ (начальных, общеобразовательных, средних). Каждая из них уникальна - имеет свою историю, свой характер, свою архитектуру, свою атмосферу. Соответственно, подходы к решению проблем по модернизации школьного пространства должны носить индивидуальный характер, с сохранением особенностей каждой школы. Одновременно действуют общие требования, связанные с изменениями парадигмы образовательных процессов, нацеленных на формирование у выпускников новых компетенций: ценностно-ориентированных и социальных, информационно - коммуникационных, культурных и личностных, трудовой и предпринимательской компетенции, компетенции лидерства, ответственности и мотивации к труду, инновационность, креативность и толерантность мышления.

В попытке решить столь сложные проблемы кафедра архитектуры Оренбургского государственного университета по предложению директора школы МБОУ «Красноуральская средняя общеобразовательная школа Оренбургского района» Яньшина Павла Михайловича приняла участие в создании экспериментального эскизного проекта пространственно-средового развития здания и территории школьного объекта.

Проблема состояла в том, что проектная вместимость школы – 210 мест при размере участка 11000 кв. м. В 2021-2022 учебном году в школе обучались уже 450 человек, в 2022 – 2023 в школе обучалось 475 человек, а в 2023 – 2024 году в школе обучается 507 человек.

На такое количество обучающихся по нормам проектирования требуется большая территория (50 кв. м. на человека), раздельная организация обучения младших, средних и старших классов, расширение функций общей зоны (спортзал, актовый зал, столовая, рекреационные пространства), организация школьной территории под спортивные занятия (волейбольная, баскетбольная площадки, беговая дорожка на 100 или 60 метров), игровые площадки, зоны изучения природы, площадки для занятий на свежем воздухе для младших классов.

Таким образом перед студенческой проектной группой, возглавляемой доцентом кафедры архитектуры Аюкасовой Ларисой Камиловной, стояла задача организовать пространство школы на 600 учащихся (с учетом динамики их увеличения по годам) в условиях существующего дефицита территории при соблюдении всех нормативных требований.

Работа проходила в условиях реального профессионального подхода - выездом на проектируемый объект, беседы с заказчиками, экскурсия и замеры участка, знакомство с потребительской группой (рис. 1).

Рисунок 1 – Экскурсия по территории МБОУ «Красноуральская СОШ». Проводит директор школы Яньшин П. М. со студентами группы 20 Арх(б)ОП

Рисунок 2 – Главный вход в здание МБОУ «Красноуральская СОШ»

МБОУ «Красноуральская СОШ» строилась в разные временные отрезки, основной корпус был возведен в 1964 году, он состоял из 4 классных комнат, спортзала, учительской, директорской и мастерских в отдельном домике. Позже в 1974 году, к школе было пристроено новое кирпичное здание, что позволило разместить еще 6 классных комнат, химическую лабораторию и мастерские (рис. 2, 3).

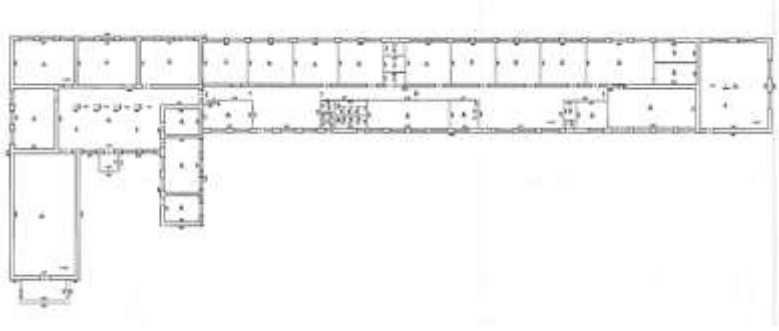


Рисунок 3 – План существующего здания МБОУ «Красноуральская СОШ» 1974 г.

Одной из сложнейших задач, которая была поставлена перед студентами, была найти нестандартные решения проблемы острого дефицита территории (в рамках существующего участка), в т.ч. соблюдение нормативных расчетных параметров и обязательного перечня площадок, необходимых для образовательного процесса на открытом воздухе.

Рисунок 4 – Защита эскизного проекта на кафедре архитектуры

Разработанные проекты были представлены на кафедре архитектуры в виде презентаций авторами проектных идей в неформальной обстановке. Присутствовали при защите директор МБОУ «Красноуральская СОШ» Яньшин П. М., доцент кафедры дизайна Яньшина М. М., доцент кафедры архитектуры Аюкасова Л. К. (рис. 4).

Рисунок 5 – Проектное решение здания и территории школы. Автор студент 4 курса группы 20Арх(б)ОП Илья Левченко, руководитель Л. К. Аюкасова

Рисунок 6 – Проектное решение здания школы. Главный фасад, план 1-го этажа. Автор студент 4 курса группы 20Арх(б)ОП Илья Левченко, руководитель Л. К. Аюкасова

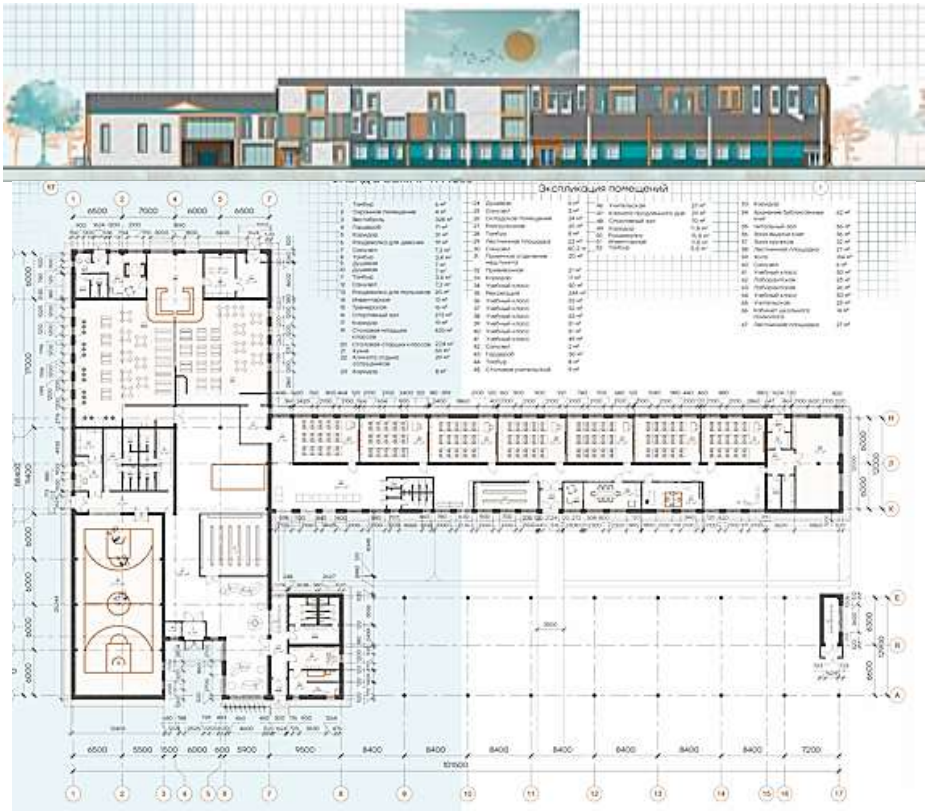


Рисунок 7 – Проектное решение здания школы. Главный фасад, план 1-го этажа. Автор студент 4 курса группы 20Арх(б)ОП Анастасия Халина, руководитель Л. К. Аюкасова

Рисунок 8 – Проектное решение здания и территории школы. Автор студент 4 курса группы 20Арх(б)ОП София Новикова, руководитель Л. К. Аюкасова

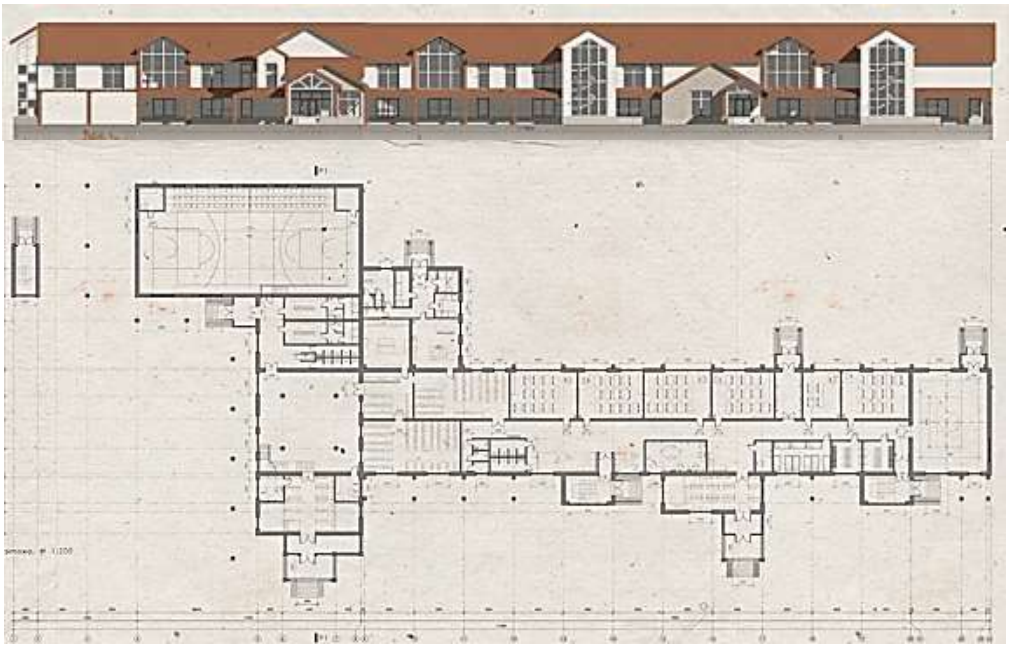


Рисунок 9 – Проектное решение здания школы. Главный фасад, план 1-го этажа. Автор студент 4 курса группы 20Арх(б)ОП София Новикова, руководитель Л. К. Аюкасова

Представленные материалы проектов отличались нестандартными подходами в решении проблем, современными трактовками пространственного решения, образно - стилистическим характеристиками, конструктивными предложениями, дизайнерскими находками в выборе материалов отделки фасадов (рис. 5-9).

Основой большинства подходов в решении обновленной школьной среды являлась ориентация на рекомендации программы «Школа мечты».

Базовые принципы формирования школьного пространства включали следующие основные компоненты:

- многофункциональность;
- зонирование;
- трансформация и модульность;
- открытость;
- конвергентность.

Принцип многофункциональности предложено применить в расширении функциональности рекреационных зон. Это могут быть площадки для отдыха, организации общешкольных и классных собраний, мест для самостоятельной внеурочной работы, библиотеки, музея и выставок, актового зала, спортивных зон и игровых модулей. Рекреационные зоны должны выполнять роль пространства, формирующего социальные и коммуникационные контакты в неформальной обстановке на нескольких уровнях: на межличностном, групповом и коллективном. Принцип многофункциональности стал основой для всех эскизных предложений участников, как обязательный.

Зонирование решалось за счет выделения в пространстве различных зон, включая многофункциональные и узконаправленные. Зоны проектировались динамичными, изменяющимися участниками образовательного процесса в зависимости от задач образовательной ситуации учебного, досугового, игрового и др. характера.

Трансформация и модульность решения предполагала возможность быстрого изменения пространства для разнообразных педагогических задач, в т.ч. расширения или уменьшения пространственных объемов, изменения планировочных решений. В качестве средств трансформации использовались раздвижные стены – перегородки, модульная мебель, перекатная мебель, подиумы, технические трибуны.

Принцип открытости реализован в объединении образовательного пространства, отказе от небольших замкнутых помещений в пользу просторных общих, соблюдение баланса между открытостью и психологической защищенностью обучающихся. Принципы открытости были использован к центральному пространству вестибюля, холла, к многофункциональным рекреационным пространствам, к зеленой зоне школьного объекта.

Конвергентность – это целенаправленное объединение различных пространств. Функции могут выстраиваться с помощью постоянных и временных сценариев в соответствии с разнообразными программами работы.

Соблюдение базовых принципов при проектировании образовательной школьной среды, как обязательных условий, приводит к пониманию важности роли и влияния архитектурной среды, способной формировать эффективное развитие подрастающего поколения.

Список литературы

1. Министерство просвещения Российской Федерации. Национальный проект «Образование» [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://edu.gov.ru/national-project/plan/ : (дата обращения 10.12.23)

2. Ясвин Витольд Альбертович. Смена образовательной парадигмы и педагогической концепции [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://www.youtube.com/watch?v=-fmB2tjLwVM: (дата обращения 14.12.23)

3. Яковенко Н. В. Современные требования к проектированию школ. С. 40-45. [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-trebovaniya-k-proektirovaniyu-shkol

4. Аюкасова Л. К. Развитие творческого мышления в новой образовательной системе. Наука и образование: фундаментальные основы технологии, инновации. Международная научная конференция. -Оренбург, 2010. - С.14 – 18.

5. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. Молодежная политика, «Проект «Школа мечты» [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/molodezhnaya-politika/74157/ : (дата обращения 12.12.23)

6. Алена Август, видеообращение эксперта по коммуникациям, психолога, куратора проекта «Школа мечты» [Электронный ресурс]. – Режим доступаhttps://vk.com/public216040706?ysclid=lq1y9xeh22898315712&z=video21_6040706_456239292%2F1bdaed19aef0cdb3a1%2Fpl_wall_-216040706: (дата обращения 12.12.23)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КРОВЕЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ

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

Устройство плоской кровли является одной из важных составляющих современных строительных проектов. Основными задачами при конструировании плоской кровли являются обеспечение защиты от попадания влаги, теплоизоляции и обеспечение надежности всей конструкции.

В основе этого типа кровли лежит горизонтальное расположение покрытия, что отличает его от традиционной скатной кровли. Основным материалом для создания плоской кровли является рулонный битум, обладающий отличными гидроизоляционными свойствами. Кроме того, также используются мембранные материалы, полимерные пленки и резиновые ковры для обеспечения надежности и долговечности структуры.

Процесс устройства плоской кровли начинается с правильной подготовки основания. Необходимо обеспечить ровную и чистую поверхность. Затем проводится гидроизоляционная обработка основания, что предотвратит проникновение влаги. Важным этапом является установка дренажной системы, которая будет отводить скапливающуюся воду с кровли, предотвращая образование луж и обледенения в зимнее время.

Обустройство плоской кровли – это крыша без стропильной системы. Основанием для кровли служит перекрытие верхнего этажа дома; конструкция обладает достоинствами и недостатками, а устройство плоских кровель представляет собой многослойную структуру.

В отличие от скатной, эта крыша представляет собой единственную плоскость, наклон которой может варьироваться от 2 до 15-20° (минимальный уклон нужен для стока воды). Такую конструкцию нередко называют бесчердачной; на этапе проектирования жилья выбирают ее вид.

Для сравнения были выбраны 3 варианта устройства кровли: наплавляемая, мембранная и мастичная [1].

1. Наплавляемая кровля – это битумные и битумно-полимерные материалы, состоящего из полиэфирной или стекловолокнистой основы, на которую с обеих сторон нанесено битумное или битумно-полимерное вяжущее. Поверх это вяжущее покрыто защитным слоем в виде песка, пленки или посыпки.

Современная наплавляемая кровля предназначена для качественной гидроизоляции не только крыш, но и мостов, фундаментов и тоннелей. Достаточно быстрый монтаж; отличная шумо- и гидроизоляция; морозостойкость, некоторые производители даже разрешают производить укладку кровли при температуре -20° [2].

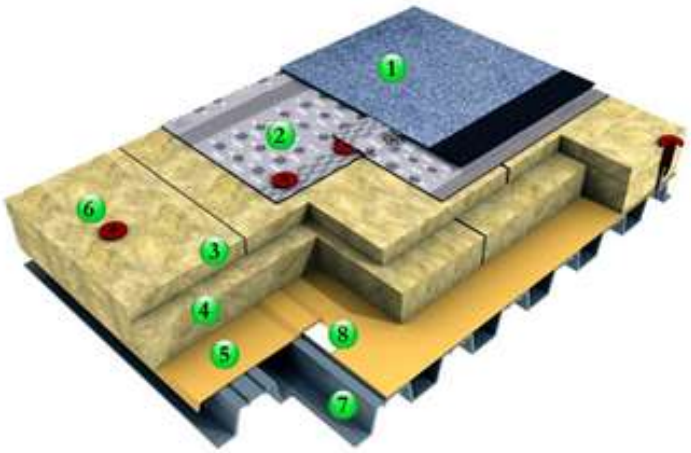


Рисунок 1 – Состав наплавляемой кровли

1-гидроизоляция; 2-гидроизоляция; 3-минераловатный утеплитель; 4- минераловатный утеплитель; 5-плёнка пароизоляционная; 6-телескопический крепёж; 7- профилированный лист; 8-скотч двухсторонний.

Высокая ремонтопригодность; практичность, такую кровлю разрешено укладывать поверх старого покрытия; долговечность, способность выдерживать высокие температуры без изменения состава. Например, SBS-битум позволяет спокойно переносить нагрев покрытия до +90-100°С.

В составе наплавляемой кровли– пятислойная гидроизоляционная мембрана, у которой на основу нанесено вяжущее вещество, а с внешних сторон находится каменная посыпка и легкоплавка пленка. Вот как раз, в зависимости от каждого слоя, и появляются виды, классы и целые коллекции такой кровли [3].

Таблица 1 – Достоинства и недостатки наплавляемой кровли

Достоинства	Недостатки
Невысокая стоимость материала и работ	Непроницаемость для пара
Высокие гидроизоляционный свойства	Невысокие показатели устойчивости к возгоранию
Устойчивость к агрессивной окружающей среде: ультрафиолету, перепадам температур, а также коррозии	Относительно невысокий срок службы 10 – 30 лет
Несложная технология монтажа мягкой кровли	
Возможность монтажа на крыше с любым уклоном	

2. Мембрана – тип пленочного материала, который применяют для покрытия. Имеет толщину около 2 мм, состоит из полимеров. Мембранная кровля считается отличным вариантом для монтажа кровли на пологих и плоских крышах.

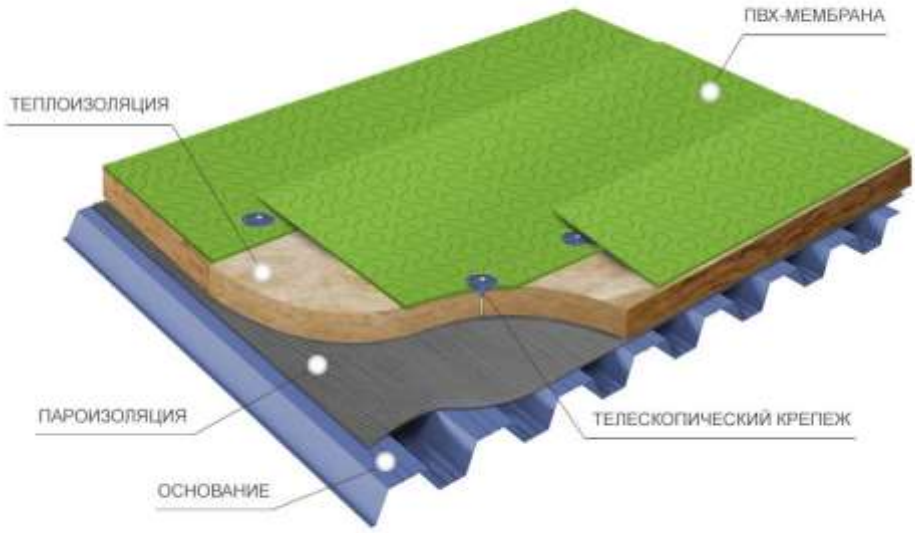


Рисунок 2 – Состав мембранной кровли

Впервые эти покрытия стали использовать более 40 лет назад. За это время продукция не утратила популярность. Его активно используют в странах Европы, постепенно увеличивается популярность на территории России. Это связано с рядом достоинств материала которые приведены в таблице 2 [4].

Таблица 2 – Достоинства и недостатки мембранной кровли

Достоинства	Недостатки
Срок службы варьируется в пределах от 20 до 60 лет	Высокая стоимость по сравнению с другими покрытиями
Устойчивость к внешним природным факторам	Слабоустойчивость к некоторым растворителям, маслам и веществам, производимых на основе битума
Тепло- и гидроизоляция	
Небольшой вес	
Огнестойкость	

3. Мастичная кровля – это разновидность мягких покрытий, которые наносятся в жидком виде. Мастика дешевле, но по качеству не уступает остальным кровельным материалам. К тому же мастичная кровля не имеет швов, хотя при монтаже необходимо тщательно контролировать толщину наносимого слоя. Дополнительное усиление требуется только в местах конька, примыканий, ребер, разжелобков, ендов [5].

Мастичные кровли классифицируются на:

- неармированные (рис.3);
- армированные;
- комбинированные.

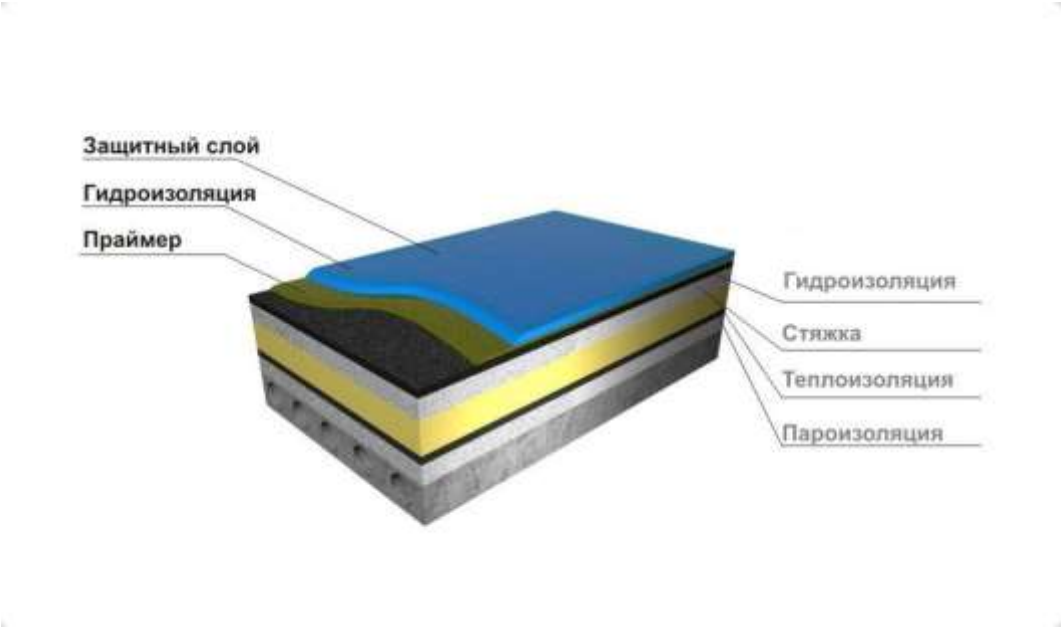


Рисунок 3 – Состав мастичной кровли

Мастичная масса укладывается в несколько слоев по технологии распыла горячего материала на предварительно подготовленное основание. В результате образуется водонепроницаемая пленка, то есть создается гидроизоляционное покрытие. Неармированные кровли представляют собой гидроизоляционный литой ковер из битумно-латексной эмульсии и слоя горячей мастики с толщиной до 10 мм. В мастику втапливается минеральная крошка и мелкий гравий. Армированная мастичная кровля имеет три-четыре слоя битумной мастики и битумно-полимерной эмульсии, который армирован стекловолокном, стеклохолстом, стеклосеткой либо стекловойлоком. Комбинированные мастичные кровли представляют собой мастичные прослойки с уложенными под них рулонными материалами (слои приклеиваются). Это дает возможность без потери качества применять для нижнего слоя более дешевые и менее дефицитные типы мастики [6].

Таблица 3 – Достоинства и недостатки мастичной кровли

Достоинства	Недостатки
Прочность	Сложность ремонта
Герметичность	Необходимость периодического обслуживания
Универсальность	Высокая стоимость
Простота монтажа	

Рисунок 4 – Сравнительный анализ срока службы кровельного материала

В рамках данной работы были рассмотрены три варианта кровельных покрытий: наплавляемая кровля, мембрана и мастичная кровля, применяемые на плоских крышах. Каждый из этих материалов имеет свои достоинства и недостатки, которые необходимо учитывать при выборе оптимального варианта для конкретного объекта [7].

В заключение можно сказать, что выбор материала для кровли является ответственной задачей. Необходимо учитывать все факторы и особенности, чтобы обеспечить надежную и долговечную защиту для здания. Однако, благодаря наличию различных вариантов, возможно подобрать оптимальное решение для каждого конкретного случая.

Список литературы

1. Веденеев Б.В. Прогрессивная технология устройства рулонных и мастичных кровель. Учеб. Пособие/ Б. В. Веденеев; М-во науки, высш. шк. и техн. политики Рос. Федерации. - Н.Новгород: Изд-во Нижегород. госуниверситета, 1992 - 58с.: ил.

2. Мягкая кровля. Материалы и технологии работ. Справочник. М. Стройинформ, 2007. 500с.

3. Панасюк М.В. Кровельные материалы. Практическое руководство. Характеристики и технологии монтажа новых и новейших гидроизоляционных, теплоизоляционных, пароизоляционных материалов. Ростов на Дону. Феникс. 2005. 448 с.

4. Белевич В.Б. Кровельные работы: Учеб. для проф. учеб. заведений. – 3е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. Шк.; Изд. Центр «Академия»,2000-400с.

5. Теличенко, В. И. Кровля. Современные материалы и технология / В.И. Теличенко. 2016. - 648 с.

6. Турчанинов, В.И. Технология кровельных и гидроизоляционных материалов: учебное пособие / В. И. Турчанинов; Оренбургский гос. ун-т. Оренбург: ОГУ, 2012. – 285 с.

7. Самодаев Е.Т. Технология кровельных работ / Самодаев Е.Т., Козловский А.С. - М.: Стройиздат, 1972. - 262с.: ил.

ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОНОМНОЙ КОТЕЛЬНОЙ И ПАНЕЛЬНО-ЛУЧИСТОГО ОТОПЛЕНИЯ

Безроднов Д.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Отопление в здании значительно влияет на теплотехнические характеристики ограждающих конструкций зданий. От вида отопления зависит в том числе и толщина утепляющего слоя этих конструкций.

Для отопления малоэтажных зданий чаще всего используются свои источники генерации и подачи тепла – автономные котельные. Такие системы имеют свои преимущества и недостатки, как и централизованные системы, такие как снижение выбросов вредных веществ в атмосферу и повышение коэффициента полезного действия до 97%; ограничения мощности котельных, размеров и используемого давления при строительстве и установке оборудования различными нормативными документами [3]. Но в итоге определяющими критериями являются: эффективность, надежность и безопасность [5].

При использовании такой котельной можно применить разные виды отопления, такие как – конвекционное- и панельно-лучистое. Конвекционное отопление представляет собой использование отопления с подачей теплоносителя на радиаторы, которые в последствии распространяют тепло. Другой вид отопления – панельно-лучистое использует тот же тип теплоносителя, но при значительно низкой температуре. Система состоит из теплоровода и греющих панелей, которые нагреваются равномерно.

Рассматривая конструкцию панельно-лучистого отопления, в частности теплые полы, можно сделать вывод, что тепло распространяется равномерно по всей поверхности полов, что дает комфортную температуру для человека без осушения воздуха. Так же возможны облегченные варианты использования панельно-лучистого отопления полов, что позволяет решить проблему «точечного» ремонта и упростить процессы восстановления системы при эксплуатации [4].

Рассмотрим нетиповые решения по конструкции напольного водяного отопления (рисунок 1).

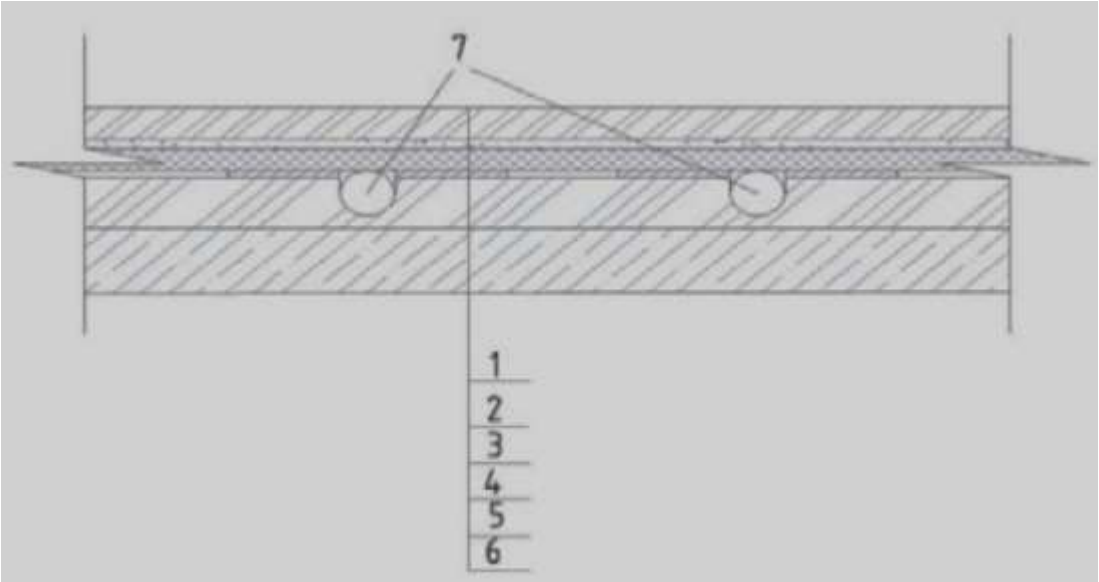


Рисунок 1. Полистирольные системы водяного теплого пола: 1 – чистый пол; 2 – подложка из вспененного полиэтилена ;3 – гипсоволокнистые листы; 4 – аллюминиевые пластины; 5 – полистирольная плита; 6 – черновой пол; 7 – греющие трубы.

Источник: заимствовано из [4]

Из рисунка 1 можно увидеть расположение труб в полу, что подтверждает равномерный нагрев пола.

При проектировании зданий энергоэффективность во многом определяется за счет теплозащиты здания, объемно-планировочных решений и выбора системы теплоснабжения, с учетом ее регулирования и автоматизации [5]. И чтобы достичь баланса между всеми вышеперечисленными факторами, нужен верный подбор конструкций ограждения здания и системы подачи тепла.

Тепловая защита зданий представляет собой многослойную структуру неоднородных элементов по теплотехническим и геометрическим свойствам. Перенос тепла по такой конструкции происходит по двух- и трехмерной схеме. Теплофизические свойства материалов, состоящих в этой структуре, зависят от температуры наружного воздуха, которая изменяется во времени, а также от микроклимата внутри здания. Помимо всего этого, наружная поверхность здания подвергается воздействию солнечных лучей, что добавляет дополнительную сложность в теплообменные процессы конвекции и излучения [5].

Рассмотрим типовые решения по конструкции крышного покрытия (рисунок 2).

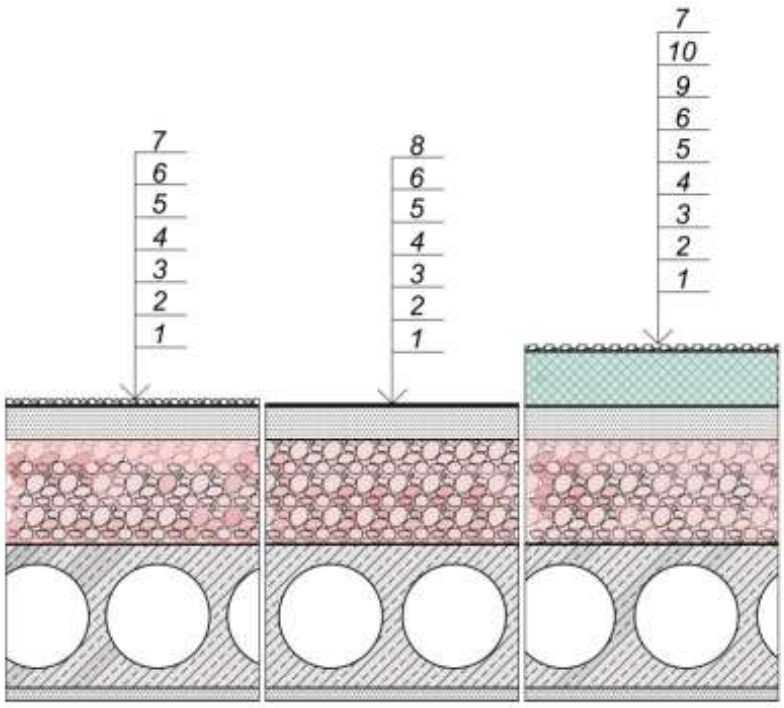


Рисунок 2. Схема ограждающей конструкции: 1 – штукатурка; 2 - железобетонная плита;3 – пароизоляция; 4 – теплоизоляция; 5 – стяжка; 6 – гидроизоляция; 7 – защитный слой; 8 – композиционное покрытие «керамические микросферы – связующее»; 9 – теплоизоляция (дополнительный слой); 10 – гидроизоляция (дополнительный слой).

Источник: заимствовано из [6]

Из рисунка виден слой утеплителя, который может меняться в толщине в зависимости от вида отопления.

Так же можно сравнить распределение воздуха при разной высоте помещений двух видов отопления, что и сделали в [8].

В эксперименте были выведены зависимости (1) при теплопотерях через перекрытие и (2) без теплопотерь и по этим формулам проведены измерения температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций при различной высоте помещений. Измерения проводились в помещениях с радиаторным отоплением, а для сравнения с лучистым видом отопления моделировались напольное отопление при условии одинаковой температуры в центре помещения на высоте 1,5 м.

$$t_в = \left(2{,}5 \cdot h_{пом}^{-1{,}8} \cdot t_{пола} - 60{,}2 \cdot h_{пом}^{-2.12}\right) \cdot h^2 \quad (1)$$

$$t_в = \left(3{,}0 \cdot h_{пом}^{-2{,}0} \cdot t_{пола} - 67{,}2 \cdot h_{пом}^{-2.14}\right) \cdot h^2 \quad (2)$$

Так же результатами исследования являлись графики, представленные ниже (рисунок 3).

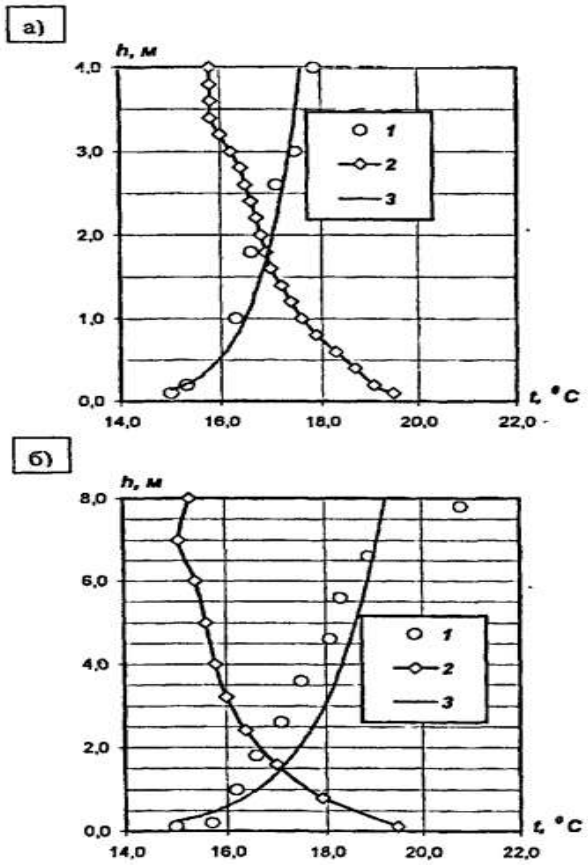


Рисунок 3 - Сравнение распределения температуры воздуха при различных системах отопления в помещении высотой а) h = 4,0 м, б) h= 8,0 м

Источник: заимствовано из [8]

В основу нормирования «Основных направлениях и механизме «энергоресурсосбережения» в ЖКХ Российской Федерации» был положен принцип поэтапного снижения расходов тепловой энергии на отопление зданий. Требовалось снизить уровень энергопотребления зданий не менее, чем на треть. Исходя из поставленной задачи — снижения потерь тепла, нормы установлены для различных районов страны с учетом продолжительности отопительного периода и средней температуры наружного воздуха за этот период. Отражается это введением показателя суровости климата. Именно эти климатические характеристики выраженные в градусосутках отопительного периода (ГСОП), определяют общий расход тепла на отопление здания. Таким образом, через ГСОП можно вывести связь между ограждающими конструкциями и системой отопления, что позволит более точно подобрать теплотехнические характеристики [2].

В свою очередь котельные так же имеют разные мощности, которые варьируются от 0,5 МВт до 2,5 МВт, для малоэтажных зданий, что, при постоянстве температуры теплоносителя, разнящейся от 70°С в «летний» и до 90 ^{o}С в холодный периоды времени намного усложняют задачу [7]. Даже при мощности 0,5 МВт среднегодовой объем реализации тепловой энергии одной котельной может составить около 4000 Г кал [1]. При этом в панельно-лучистом отоплении температура теплоносителя равна 55°С, по сравнению с радиаторным 95°С [4].

В результате анализа материалов литературы об ограждающих конструкциях и о использовании автономных котельных при панельно-лучистом отоплении можно отметить, разные виды теплоснабжения зданий может значительно изменять тепловой режим. Результаты исследования будут приведены при выполнении ВКР на тему: «Исследование теплового режима ограждающих конструкций зданий с использованием автономной котельной».

Список литературы

1. Александров С. А. Автономные блочно-модульные котельные как элемент проводимой в России жилищно-коммунальной реформы // Экономика и социум. — 2012. — № 5 — С. 24-28. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/avtonomnye-blochno-modulnye-kotelnye-kak-element-provodimoy-v-rossii-zhilischno-kommunalnoy-reformy/viewer (дата обращения: 08.05.2023).

2. Борисова С. С., Москвитин В. А. Анализ развития нормативных требований по тепловой защите зданий в России // Молодой ученый. — 2020. — № 22 (312). — С. 169-173. URL: https://moluch.ru/archive/312/70862 (дата обращения: 10.12.2023).

3. Винокуров Д. Е. Особенности автономных источников теплоснабжения // Материалы XII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». URL: https://scienceforum.ru/2020/ article/2018022522 (дата обращения: 10.12.2023).

4. Ищенко А. В., Шишкунова Д. В., Юн Т. М. Водные теплые полы, как альтернативная система отопления в многоэтажном доме // Строительное производство. 2020. № 1. С. 60–64. URL: https://rucont.ru/efd/771690 (дата обращения: 10.12.2023).

5. Иванов В. А. Исследование целесообразности использования автономных систем теплоснабжения на Севере // Актуальные вопросы технических наук: материалы I Междунар. науч. конф. (г. Пермь, июль 2011 г.). — Пермь: Меркурий, 2011. — С. 57-58. — URL: https://moluch.ru/conf/tech/archive/4/882/ (дата обращения: 10.12.2023).

6. Корниенко С. В. Многофакторная оценка теплового режима в элементах оболочки здания // Magazine of Civil Engineering. — 2014. — № 8. — С. 25-37. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mnogofaktornaya-otsenka-teplovogo-rezhima-v-elementah-obolochki-zdaniya/viewer (дата обращения: 08.05.2023).

7. Хаванов П. А., Барынин К. П. Автономные котельные // АВОК. — 2005. — № 4. — С. 56-67. URL: https://www.abok.ru/ for_spec/articles.php?nid=2862 (дата обращения: 10.12.2023).

8. Тарабаров М. Б. Особенности напольного водяного панельно-лучистого отопления: дис. канд. техн. наук: 05.23.03. – Санкт-Петербург, 2004. – С. 13-16. - URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01002667690 (дата обращения 10.12.2023).

ПЕРЕПЛАНИРОВКА В МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ: ПРИЧИНЫ И СТАТИСТИКА

Белоусов А.В., Сапрыкина Т.К., канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Перепланировка жилого помещения - это изменение его конфигурации, требующее внесения изменения в технический паспорт жилого помещения. Перепланировка проводится с сохранением функционального назначения помещений, переоборудование проводится для приспособления помещений к новому функциональному назначению, реконструктивные работы, в том числе выполняемые в комплексе с работами по перепланировке и переоборудованию помещений, предусматривают частичные изменения в несущих конструкциях.

Право граждан производить улучшения своей недвижимости гарантируется тем, что каждый имеет право на свободное использование своего имущества для любой, не запрещенной законом экономической деятельности (ч. 1 ст. 34 Конституции РФ). Говоря иначе, собственник имеет право в отношении принадлежащего ему имущества по своему собственному усмотрению совершать любые действия по владению, пользованию и распоряжению, которые не противоречат действующему законодательству и охраняемых им законным интересам других лиц. Желая улучшить свои жилищные условия, сделать их более комфортными и уютными, практически каждый собственник все чаще пользуются возможностью переустройства и перепланировки жилья. В этой связи вопрос перепланировки жилого помещения представляет особый интерес и требует отдельного рассмотрения. Данная тема исследования является актуальной, поскольку число желающих улучшить свои жилищные условия – пристроить что-то, уменьшить, а потом все это зарегистрировать – не сокращается.

В статье проведен анализ решений по перепланировке квартиры.

Перед выполнением научного исследования сформулирована цель:

- подобрать эффективный вид перепланировки для увеличения площади гостиной комнаты.

Для выполнения данной цели сформулированы задачи:

- рассмотреть актуальные виды перепланировок и их основные причины;
- исходя из полученных результатов подобрать наиболее подходящий вид перепланировки гостиной.

Одной из основных задач перепланировки является оптимальное использование имеющегося пространства [1]. Перепланировка может включать изменение размера и формы комнат, добавление или удаление перегородок, создание новых функциональных зон, увеличение площади помещений или изменение их расположения.

Основные типы перепланировки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Типы перепланировки

Не требующие получения согласования	Разработка проекта и его согласование	Упрощенный вариант перепланировки	Перепланировка по специальному типовому проекту
Косметический ремонт, требующий обновления дизайна помещения, а также остекление балкона, установки кондиционера	Установка, замена или перенос инженерных сетей, санитарно-технического, электрического или другого оборудования. Требует внесения изменения в технический паспорт помещения в МКД.	Получение согласования и разрешения не требуется, но по окончанию ремонта необходим вызов сотрудника БТИ для получения документа новой планировки	Используется нормативная база единого типа.

Перечень документов необходимый для получения разрешения для перепланировки недвижимости [2]:

- заявление о перепланировке;
- проект;
- правоустанавливающие документы на квартиру;
- технический паспорт на объект, выписка ЕГРН.

Этапы получения разрешения на перепланировку представлены на рис. 1.

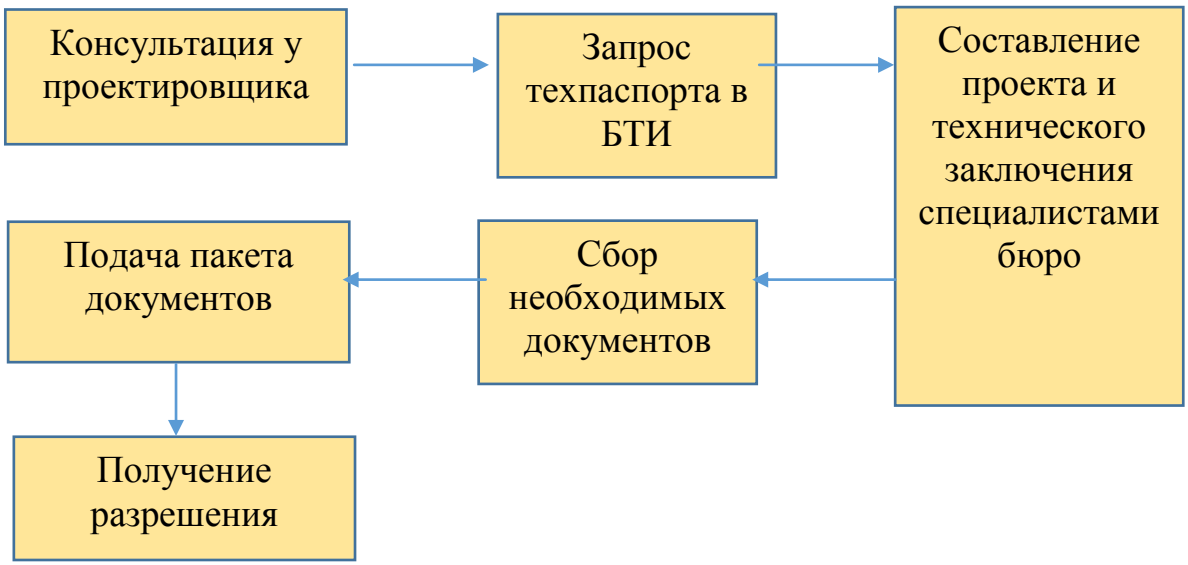


Рисунок 1 – Этапы получения разрешения на перепланировку.

Квартиры с удобной и привлекательной узаконенной муниципалитетом перепланировкой, востребованы на рынке недвижимости [3].

Перепланировка включает в себя:

1. разборку перегородок и устройство новых;
2. устройство и заделку дверных проемов;
3. изменение конструкции полов;
4. остекление лоджий и балконов;
5. создание и изменение входов и тамбуров;
6. установку наружных технических средств (кондиционеров, антенн, защитных сеток) и т. д.

Изменение площади помещения представлено на рисунке 2.

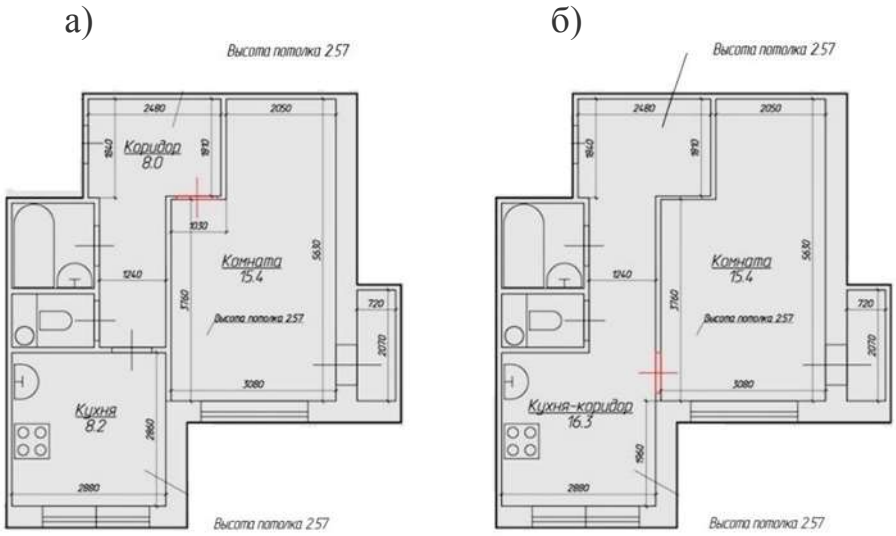


Рисунок 2 – План перепланировки квартиры, объединение кухни и коридора.

а) – план квартиры до перепланировки; б) – план квартиры после перепланировки.

Факторы, запрещающие перепланировку[4]:

1) ухудшение условий проживания всех или отдельных жильцов;
2) нарушение несущей способность здания;
3) нарушение функционирования инженерных сетей;
4) ухудшение эстетики фасада здания.

В случае нарушения требований санитарных норм [5], и техники безопасности перепланировка недопустима:

- размещение ванных комнат и санузлов над жилыми комнатами и кухнями. Исключением является квартиры, расположенные на первых этажах;
- размещение кухни над жилыми комнатами;
- объединение кухни с гостиной (при условии газифицирования);
- расширение санузлов за счет уменьшенья жилых площадей [6].

Результаты опроса жителей Оренбургской области с целью определения причины перепланировки приведены на рисунках 3-5.

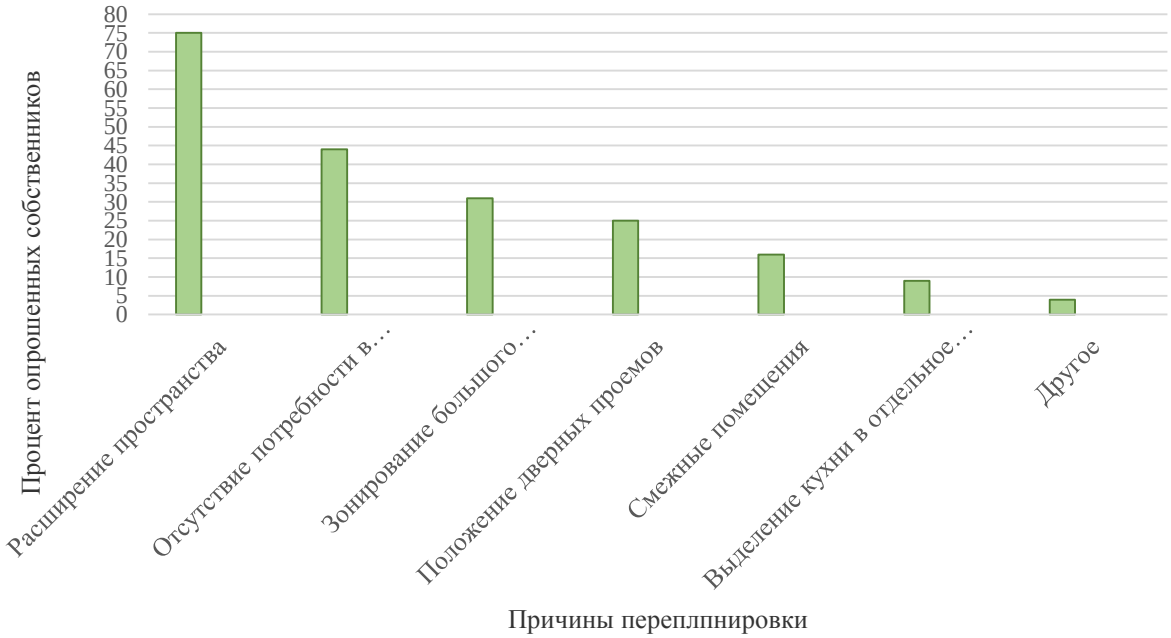


Рисунок 3 – Основные причины перепланировки

Одним из наиболее часто применяемых видов перепланировки является объединение комнат в одну большую, что создает просторное и функциональное пространство [8]. Такая перепланировка особенно актуальна для квартир с ограниченной площадью. Объединение кухни с гостиной позволяет создать открытую и свободную зону для проживания и развлечений. Также активно применяется перепланировка с разделением одного большого помещения на несколько небольших по площади. Это полезно, при необходимости создания зоны с различными функциями [9].

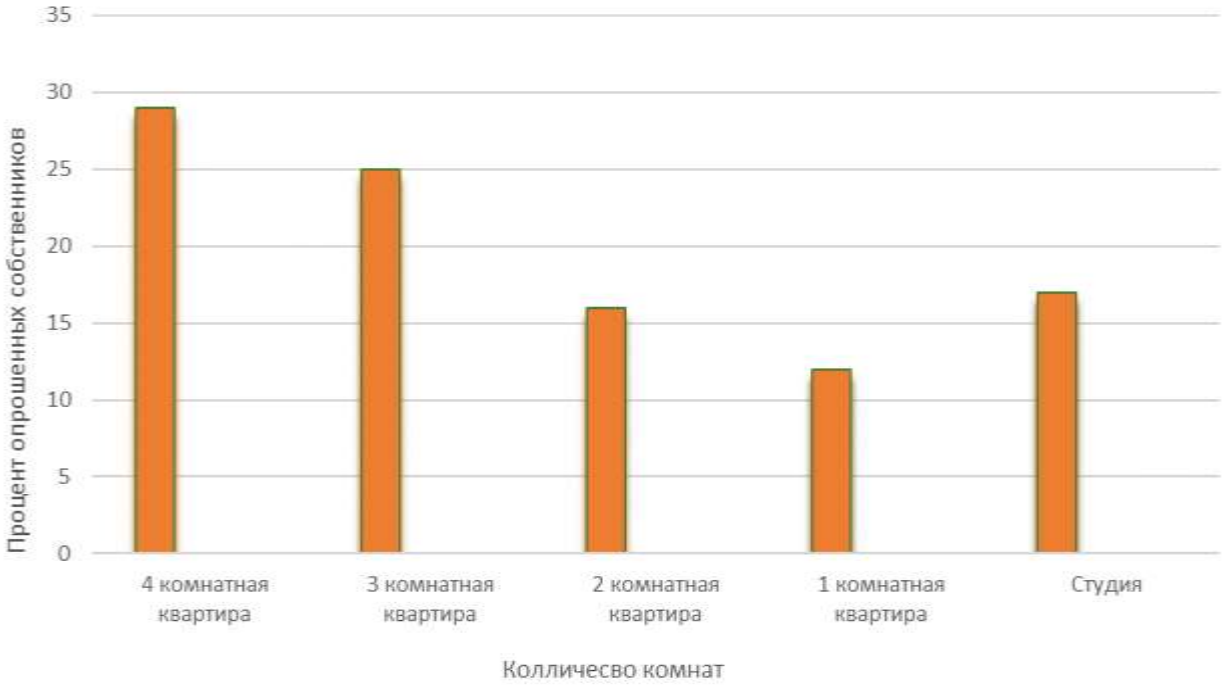


Рисунок 4 – Зависимость наличия перепланировки от количества комнат квартиры [10].

Решение собственников в проведении перепланировки зависит от квадратуры квартиры: чем больше комнат, площадь квартиры, тем актуальнее перепланировка [11].

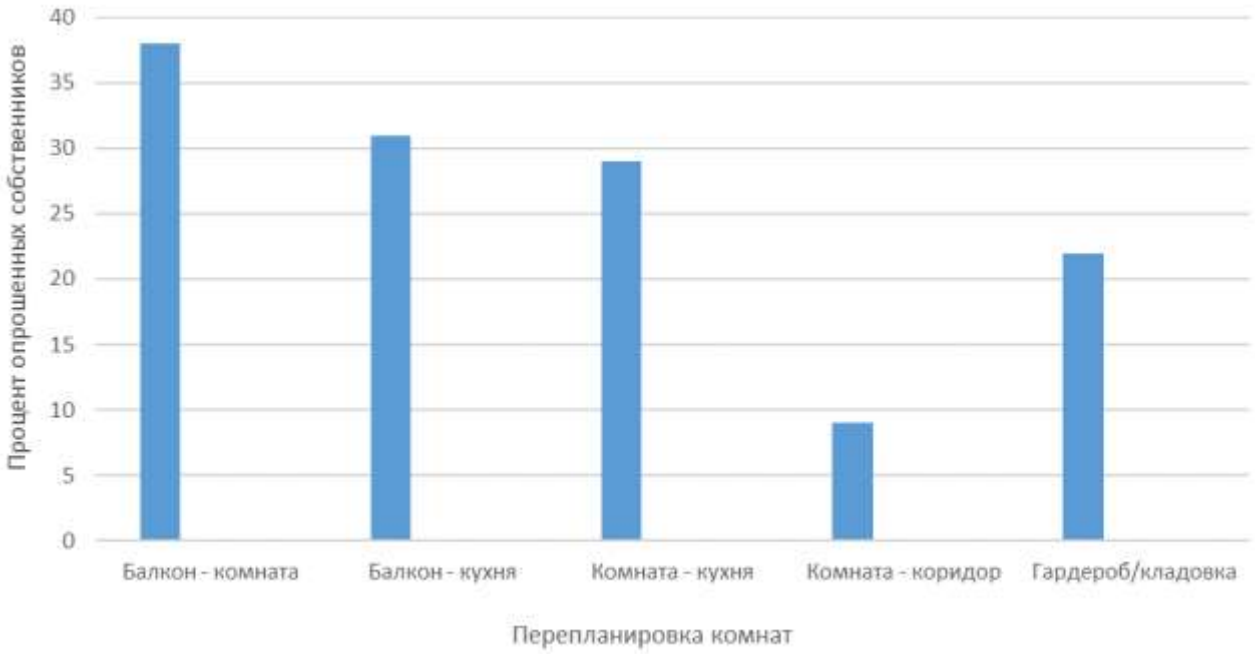


Рисунок 5 – Распространенные варианты перепланировочных решений комнат в период 2022-2023 год [12].

Перепланировки жилого помещения может потребоваться по целому ряду причин — для обновления устаревших функций, расширения жилой площади, удовлетворения меняющихся потребностей или устранения повреждений, вызванных природными факторами или факторами окружающей среды.

Основной причиной перепланировки является потребность в расширении пространства, при этом не уменьшая площадь основных комнат. Наиболее распространенным вариантом перепланировки является: «балкон-комната» и «балкон-кухня». Подобное решение позволяет собственникам выделить дополнительную функциональную зону и расширить пространство [13].

Перепланировка жилых помещений является актуальным вопросом в современной архитектуре и дизайне интерьера, позволяющая создать уникальное и комфортное пространство. Виды перепланировки могут варьироваться в зависимости от желаемого результата, но всегда требуют внимательного планирования и учета всех возможных факторов [14]. Главным мотивом для большинства жителей из числа тех, кто решил изменить проект квартиры, стала потребность в расширении пространства. Для каждого третьего — создание дополнительных функциональных зон. На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что самым эффективным вариантом увеличения пространства является вид планировки: балкон-гостиная.

Список литературы

1. Гусев, А. И. Планировка и проектирование: квартира и загородный дом. – М : Контэнт, 2010. – 160 с.

2. Ласкина, Н. В. Капитальный ремонт, реконструкция, переустройство и перепланировка объектов недвижимости. – М : Феникс, 2014. – 253 с.

3. Иванов Ю. Н. Перепланировка, ремонт и дизайн квартиры. – М : Стройиздат, 2007. – 320 с.

4. Собянин С.С. Об организации переустройства и (или) перепланировки помещений в многоквартирных домах. – М : ПОСТАНОВЛЕНИЕ от 25 октября 2011 года N 508-ПП. – 2 с.

5. Онищенко Г.Г. СанПиН 2.1.2.2645-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях". – Минюст РФ 2010г. N 17833. – 11 с.

6. Кухаренко, Т. А., Перепланировка квартиры. Советы юриста. – М : Эксмо-Пресс, 2011. – 144 с.

7. Газета Оренбуржье. Основные причины перепланировки – https://orenburzhie.ru/

8. Тихомиров, М. Ю. Переустройство и перепланировка жилых помещений. –М : Стройиздат, 2015. – 47 с.

9. Пахомова, А. О. Понятие и признаки перепланировки и переустройства жилых помещений по законодательству. – М : Форум молодых ученых, 2021. – 334 с.

10. Издательский дом Евразия. Рекламно-информационное издание Строительная индустрия. Зависимость наличия перепланировки от количества комнат квартиры – http://www.id56.ru/Pages.aspx?id=6

11. Чупайда, А. М. Оптимизация параметров функционально-планировочных решений типовых квартир жилищного фонда РФ. – Тольятти, ТГУ, 2019 - №3-21, – 64-66 с.

12. Газета Оренбуржье. Распространенные перепланировки комнат на 2022-2023 год – https://orenburzhie.ru/

13. Шродер, У. М. Вариантная планировка домов и квартир. Планировочные решения с учетом численности и образа жизни семьи. – М : Стройиздат, 1984. – 232 с.

14. Белов, В. А. Жилое помещение и обязательные отношения. – М : Юстицинформ, 2018. – 8 с.

ПРИМЕНЕНИЕ КОНЪЮКТУРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ ПРОЕКТА

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

Система сметного ценообразования является составной частью общей ценовой политики в Российской Федерации, при этом она имеет свои особенности, связанные с технико-экономическими особенностями отрасли строительства. Особенности ценообразования определяют необходимость постоянной актуализации системы сметного нормирования в строительстве.

Отвечая на современные тенденции и требования участников рынка строительной отрасли, в системе ценообразования происходят существенные изменения. После вступления в действие Методики определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации (приказ Минстроя России от 04.08.2020 № 421/пр) [1] появилась необходимость проведения конъюктурного анализа. Конъюктурным анализом принято называть новый подход учета строительных ресурсов, материалов и оборудования по наиболее экономичному варианту цены поставщика.

В практике расчета сметной стоимости строительства известно, что базисно - индексный метод является нормативным, так как основой расчета выступает нормативно-сметная база Федеральных единичных расценок (ФЕР-2001). Именно поэтому определяется ориентировочная стоимость строительства, так как в основу единичных расценок положены усредненные показатели расходов и стоимости ресурсов на единицу измерения. Так, данный сметный расчет нуждается в корректировках для каждой конкретной ситуации и региона строительства. Второй метод расчета сметной стоимости - ресурсный, который в отличие от базисно - индексного, является рыночным методом, так как в основе его лежат рыночные цены на стоимость материалов, зарплату рабочих и эксплуатацию машин, необходимые для проведения тех или иных строительных работ. При этом в калькуляции учитывается логистическая информация: расстояние и способы доставки материалов, расход энергоносителей, время эксплуатации оборудования. Специалист, используя реальные цены и тарифы на ресурсы, состав и расход ресурсов, рассчитывает стоимость работы в конкретных условиях с высокой точностью, а не усредненную и приближенную к среднестатистическим условиям выполнения работ. [2]

В нормативном документе строго определен алгоритм действий для проведения конъюктурного анализа (п.13- п. 24) [1]. Процедура проведения требует большого количества механических усилий по созданию сводной

таблицы, и временных – сбор у поставщиков по утвержденной форме коммерческих предложений. Результаты конъюнктурного анализа оформляются в соответствии с рекомендуемой формой, приведенной в Приложении 1 к Методике [1] и подписываются застройщиком или техническим заказчиком (Рисунок 1).

КОНЪЮНКТУРНЫЙ АНАЛИЗ

(наименование объекта строительства)

№ пп	Код строительного ресурса	Наименование строительного ресурса, затрат	Полное наименование строительного ресурса, затрат и обосновывающего документа	Ед. изм.	Ед. изм. строительного ресурса, затрат и обосновывающего документа	Текущая отпускная цена за ед. изм. и обосновывающем документе с НДС в руб.	Текущая отпускная цена за ед. изм. без НДС в руб. в соответствии с графой 5	Стоимость перевозки без НДС в руб. за ед. изм.	Сметная цена без НДС в руб. за ед. изм.	Год	Квартал	Наименование производителя/поставщика	КПП организации	ИНН организации	Гиперссылка на веб-сайт производителя/поставщика	Населенный пункт расположения склада производителя/поставщика	Статус организации (производитель (1)/ Поставщик (2)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
												Поставщик 1					
												Поставщик 2					
												Поставщик 3					

Составил _____ *(должность, подпись (инициалы, фамилия))*

Проверил _____ *(должность, подпись (инициалы, фамилия))*

Рисунок 1 – Конъюктурный анализ (форма)

Конъюктурный анализ проводит застройщик, заказчик (технический заказчик) или уполномоченное действовать от имени заказчика лицо, обеспечивающее подготовку проектной документации и (или) осуществляющее проведение конъюнктурного анализа в интересах и по поручению заказчика. При этом результаты конъюнктурного анализа подписываются (п. 13 Методики [1]) исключительно застройщиком или техническим заказчиком (заказчиком), а значит именно заказчик и несет ответственность за ее организацию, проведение и достоверность. [3]

Под конъюктурным анализом принято понимать расчет сметной стоимости строительных материалов и услуг по максимально экономичной технологии через анализ информации о текущих рыночных ценах. Данный механизм применяют при отсутствии в Федеральной государственной информационной системе ценообразования в строительстве (ФГИС ЦС) [4] данных о сметной стоимости на отдельные материалы и оборудование в базисном или текущем уровне цен.

При проведении конъюктурного анализа цен для соответствия запрашиваются цены у поставщиков или берутся из открытого доступа в официальных источниках. Для этого в строительной практике принято использовать:

- коммерческие и технико-коммерческие предложения;
- прайс-листы;
- расчетно-калькуляционные цены;
- официальные источники и печатные издания;
- официальные сайты (информационно-телекоммуникационная сеть «Интернет»).

Обосновывающими документами являются документы, подписанные производителями и (или) поставщиками соответствующих материальных ресурсов и оборудования (работ, услуг) и (или) заверенные подписями уполномоченного лица.

При этом важно, что стоимость в текущих ценах указывается на временной период не более 6 месяцев до момента определения сметной стоимости. Изменения в Методику от 11.09.2022 содержат уточненные требования к проведению конъюнктурного анализа текущих цен, в том числе упрощена процедура выполнения конъюнктурного анализа для материальных ресурсов и оборудования в части снятия установленного пунктом 14 ограничения на проведение конъюнктурного анализа по данным исключительно ближайших производителей (поставщиков), расположенных в соседних субъектах Российской Федерации. [5]

Информация, которая должна быть указана в документах, предоставляемых производителями или формируемых из данных открытых и официальных источников: наименование производителя (поставщика), его идентификационный номер налогоплательщика, контактные данные, сайт в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", об исполнителе такого обосновывающего документа с указанием фамилий и инициалов либо иных реквизитов, необходимых для идентификации этих лиц, а также о дате составления документа, дате и (или) сроках действия ценовых предложений, об учете в ценах отдельных затрат (в частности, на перевозку, шефмонтаж, шефналадку) и налога на добавленную стоимость (НДС).

На современном этапе автоматизированные сметные программы (такие как ГРАНД - Смета, ГОССТРОЙСМЕТА) имеют в своем интерфейсе форму конъюктурного анализа. В связи, с этим устранены затруднения в применении расчета сметной стоимости строительства в текущих уровне цен. Для составления конъюнктурного анализа в программе «ГРАНД-Смета» предусмотрен специальный тип документов. Результаты конъюнктурного анализа можно копировать в локальную смету. Также предусмотрена возможность вывести конъюнктурный анализ на печать [6].

Преимущества составления конъюктурного анализа в программном комплексе:

- автоматизация кодирования и расчет стоимости ресурса;
- заполнение данных о поставщике из справочника организаций;
- автоматизированный выбор наименьшего варианта в процессе составления;
- перенос данных в смету и обновление при изменении в конъюктурном анализе;
- формирование шифра ресурса в смете в соответствии с п. 23 Методики [1];
- применение обосновывающих документов к каждому варианту ресурса;
- формирование отчетного документа согласно приложению 1 Методики [1].

Кроме того, для нередко встречающейся ситуации, когда единица

измерения материала в технико-коммерческом предложении отличается от единицы измерения этого материала в локальном сметном расчёте, в программном комплексе предусмотрена возможность ввести в соответствующую колонку значение текущей отпускной цены без НДС в виде формулы с использованием требуемого коэффициента перевода единиц измерения и следующих идентификаторов: ТЦ.ОТП – заданная текущая отпускная цена с НДС, ТЦ.НДС – ставка НДС.

Анализируя практику определения сметной стоимости ресурсным методом выяснилось, что форма для конъюнктурного анализа, предусмотренная Методикой [1], не является универсальной для всех типов ресурсов. Кроме того, если оценивать стоимость работ и эксплуатацию машин, то форма не позволяет заказчику оценить соотношение «цена-качество». Для заказчика в этих случаях необходимо будет подготовить еще ряд документов, которые бы обосновывали стоимостные показатели используемых ресурсов. [7]

Применяя методику конъюнктурного анализа специалист – сметчик должен решить следующие задачи: оценка ресурсов, оценка подрядчика, обеспечение достоверной и адекватной информации о подрядчиках и поставщиках ресурсов. Решая поставленные задачи, обеспечивается достижение ключевой цели: осуществление компетентного и эффективного выбора подрядчиков и поставщиков ресурсов для реализации проекта строительства в условиях региона.

Таким образом, к конъюктурному анализу цен для сметной документации предъявляется целый ряд нормативных требований, которые изменяются с течением времени. Конъюктурный анализ базируется на информации, получаемой из открытых источников о текущих ценах, поэтому представляет собой рыночный анализ участников рынка строительной отрасли. Формирование сметной документации при помощи различных программных комплексов - это современное решение проблемы применения конъюктурного анализа.

Список литературы

1. Приказ Минстроя России от 04.08.2020 N 421/пр "Об утверждении Методики определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации" (Зарегистрировано в Минюсте России 23.09.2020 N 59986) [Электронный ресурс] : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_362957/

2. Гендлина Ю.Б. Сметная стоимость как ключевой фактор инвестиционного управленческого решения. Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2021. № 2(66). С. 22-28

3. Разъяснения от 30.10.2020 г. № РС-ПГ-204/2020 «Об отдельных вопросах сбора информации о текущих ценах (конъюнктурного анализа) в соответствии с положениями Методики определения сметной стоимости строительства (приказ Минстроя России от 04.08.2020 № 421/пр)»

[Электронный ресурс] : https://www.all-smety.ru/upload/souz-smetchikov-204-konynkturniy-analiz.pdf

4. Федеральная государственная информационная система ценообразования в строительстве [Электронный ресурс] : офиц. сайт. URL: https://fgiscs.minstroyrf.ru/

5. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 07.07.2022 № 557/пр "О внесении изменений в Методику определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации, утвержденную приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 4 августа 2020 г. № 421/пр (Зарегистрирован 31.08.2022 № 69860)

6. ООО «Гранд-Оренбург» - официальный партнер разработчика программы «ГРАНД-Смета» в Оренбургской области [Электронный ресурс] : офиц. сайт. URL: https://orenburg.grandsmeta.ru/

7. Гендлина, Ю.Б. Конъюнктурный анализ для определения сметной стоимости проекта и оценки подрядчика // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение . 2023. №3 (75).

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН В СРАВНЕНИИ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ КОЛОННАМИ В КОМЕРЧЕСКИХ ЗДАНИЯХ СО СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ ПЕРЕКРЫТИЯМИ

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

В современном строительстве цель повышения полезной площади зданий занимает одно из первостепенных значений. Потребность в этом удовлетворяют высотные здания, однако в небольших городах строительство таких зданий не всегда является правильным, целесообразным и экономически выгодным решением. Именно поэтому строительство коммерческих зданий высотой 4 – 10 этажей с применением современных и эффективных строительных конструкций на данный момент является таким актуальным вопросом.

Для решения этой проблемы используются современные виды конструкций – такие как сталежелезобетонные. Однако, если применение сталежелезобетонного перекрытия в подобном здании является обоснованным решением для повышения полезной площади здания, снижения собственного веса конструкции здания, то применение сталежелезобетонных колонн вместо металлических является спорным решением.

Цель работы – исследование целесообразности применения сталежелезобетонных колон в сравнении с металлическими колоннами при строительстве 6-этажного общественно-делового центра со сталежелезобетонными перекрытиями.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– изучить особенности технологии производства сталежелезобетонной колонны;

– рассмотреть разновидности сталежелезобетонных колонн;

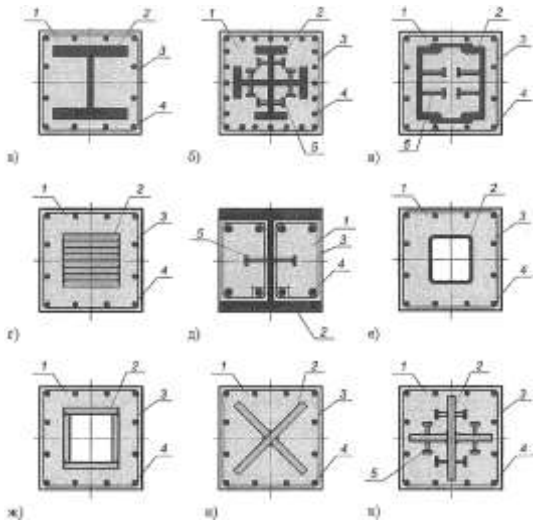
– выявить проблемы, связанные с технологией производства сталежелезобетонных колонн;

– сравнить сталежелезобетонную колону с металлической на примере реального здания;

– сделать вывод об эффективности применения сталежелезобетонных колонн.

Теоретическая значимость работы заключается в возможности применения представленных данных при проектировании зданий в целях снижения затрат и повышения несущей способности конструкций при строительстве вследствие рационального использования строительных материалов.

Как правило, сталежелезобетонные колонны состоят из металлического сердечника, дополнительной продольной и поперечной арматуры и обетонировки. В роли сердечника колонны могут выступать прокатные металлоконструкции – двутавры, швеллеры, гнутые профили, также сварные элементы из металлических листов различной конфигурации и толщины. Также сталежелезобетонные колоны делятся на частично обетонированные и полностью обетонированные [1,2].

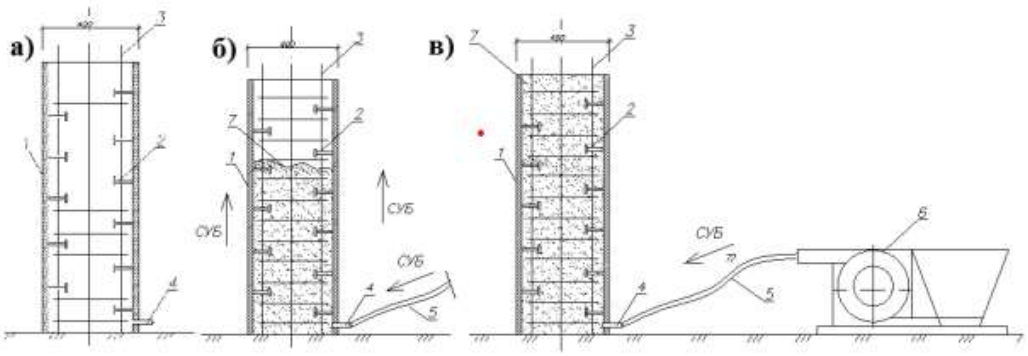


1 - бетон; 2 - жесткая арматура; *3* - поперечная гибкая арматура; *4* - продольная гибкая арматура; *5* - упор

Рисунок 1 – Типовые поперечные сечения сталежелезобетонных колонн
а) жесткая арматура в форме двутавра; б) жесткая арматура в форме крестообразного сечения; в) жесткая арматура коробчатого сечения, образованного швеллерами, объединенными планками; г) жесткая арматура в виде "сердечника", "сляба" сплошного сечения; д) сечение с частичным обетонированием жесткой арматуры; е) жесткая арматура из гнутосварного профиля, ж) жесткая арматура сварного коробчатого сечения; и) жесткая арматура крестообразного сечения без упоров, к) жесткая арматура крестообразного сечения с упорами.

В таких колоннах для обеспечения совместной работы стали и бетона, также, как и в сталежелезобетонном перекрытии, используется система гибких упоров(стад-болтов), устанавливаемых по всей длине конструкции.

Основной проблемой на этапе возведения сталежелезобетонных колонн является бетонирование. Из-за наличия дополнительной арматуры, стад болтов, металлического сердечника и длины конструкции возникает проблема с уплотнением бетонной смеси. Именно поэтому одним из оптимальных решений по бетонированию сталежелезобетонной колонны является вариант бетонирования самоуплотняющимся бетоном снизу-вверх. [3,4]



1 – арматура-опалубка; 2 – анкерный упор; 3 – продольная гибкая арматура; 4 – штуцер; 5 – шланг для подачи бетона; 6 - роторный насос; 7 - самоуплотняющийся бетон.

Рисунок 2 – Бетонирование сталежелезобетонной колонны
а) монтаж опалубки сталежелезобетонной колонны; б) бетонирование сталежелезобетонной колонны; в) окончание бетонирование сталежелезобетонной колонны.

Данный метод бетонирования подходит как для колонн с несъёмной опалубкой, так и для сталежелезобетонных колон с полным обетонированием. После установки всех металлических элементов сталежелезобетонной колонны, стад-болтов и опалубки начинается процесс бетонирования. В нижней части опалубки должен быть предусмотрен штуцер с задвижкой для подачи бетона.

Подача бетонной смеси в опалубку осуществляется под давлением выше атмосферного. Использование самоуплотняющихся видов бетона с предварительной деаэрацией упрощает процесс, благодаря чему самые нестандартные формы могут быть полностью заполнены. Смесь заливается в опалубку снизу-вверх. Самоуплотняющийся бетон (СУБ) подается через штуцер, одновременно на всю захватку, т.е. в десять двенадцать колонн, процесс подачи бетонной смеси, осуществлялся непрерывно на всю высоту конструкций.

Бетон подается без технологических перерывов, после закачки бетона задвижки штуцеров перекрываются. Вытесняемый из опалубки бетонной смесью воздух выходит в открытую верхнюю часть опалубки. [3,4]

Проанализировав технологию производства сталежелезобетонных колонн и возможные варианты сечений таких колонн, можно увидеть, что технология бетонирования и уплотнения бетонной смеси – достаточно трудоемкий процесс, требующий применения специализированных устройств. В сравнении с железобетонными или металлическими колоннами, возведение сталежелезобетонных колонн более трудоемкий процесс.

Несомненно, в современном высотном строительстве сталежелезобетонные колонны играют ключевую роль, особенно в строительстве технически сложных и уникальных зданий. Примером подобных

зданий являются: Лахта-Центр в городе Санкт-Петербурге или Abu-Dabi Plaza в городе Астана и т.д.

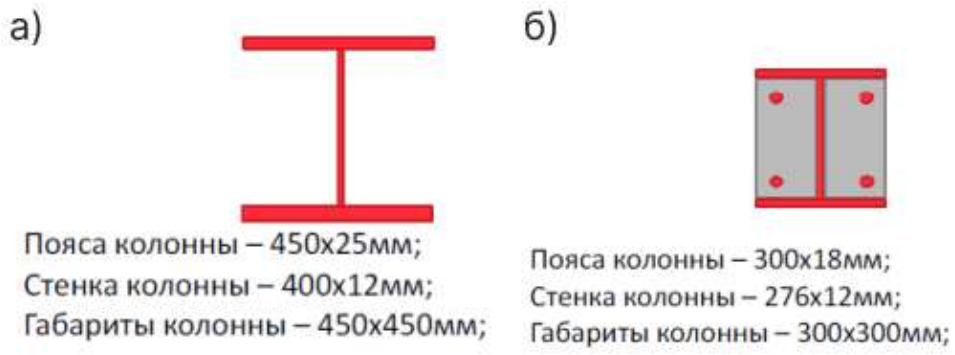


Рисунок 3 – Рассматриваемые варианты колонн
а) металлическая колонна; б) сталежелезобетонная колонна.

Как указано в источнике [5], при сравнении классической стальной колонны из двутавра и сталежелезобетонной колонны, в просмотренных исследованиях выяснилось, что примерная экономия составляет:

1. Уменьшение габаритов колонны – 33%;
2. Снижение металлоемкости колонны – 42%;
3. Повышение предела огнестойкости незащищенной конструкции – 100%;
4. Уменьшение толщины огнезащитного покрытия – 50%;
5. Уменьшение площади нанесения огнезащиты – 63 – 75%.

Следует учитывать, что представленные варианты колонн имеют практически одинаковую несущую способность – этим и обусловлена эффективность применения сталежелезобетонных колон. [6]

Однако при работе с вертикальными конструкциями, особенно с колоннами, возникают определенные сложности. Монтаж на строительной площадке может быть затруднителен, а заливка бетоном может вызывать трудности в провибрировании всей толщи бетона с необходимым качеством. Технологичность изготовления сталежелезобетонной колонны напрямую зависит от типа сечения. Различные типы сечений требуют специфического подхода к технологическому процессу, а также могут влиять на скорость заливки конструкции. Оптимальный выбор сечения и правильная организация производства позволяют сократить время изготовления колонн и повысить качество их исполнения. [5]

Технологичность сталежелезобетонных вертикальных конструкций в высотном строительстве является ключевым фактором, влияющим на эффективность использования материалов при строительстве. Однако, говоря о строительстве коммерческих зданий в 4 – 10 этажей, возведение таких сложных конструкций, как сталежелезобетонные колонны, не является целесообразным решением.

Монтаж стальных колонн, в сравнении с возведением сталежелезобетонных колон намного проще. К тому же размеры сечения колонны зависят от принятой схемы перекрытий (покрытий), а также от величин пролётов перекрытий и количества этажей. В таблице ниже представлены ориентировочные размеры сечений двутавровых колонн в зависимости от количества этажей в случае стандартной сетки колонн (6 х 6 м). [7,8]

Таблица 1 – Размерные типы двутавровых колонн в зависимости от кол-ва этажей

Кол-во этажей, передающих нагрузку на колонну	Размерный тип колонны из сортамента
до 4	20К
до 8	25К
до 15	30К
до 25	35К
до 40	40К

В связи с тем, что колонны нижних и верхних этажей загружены неодинаково, обычной практикой считается менять сечение колонн по высоте здания. При этом рекомендуется соблюдать вдоль всей высоты единый размерный тип. Например, 25К3 для нижних этажей, 25К2 для средних и 25К1 для верхних. Это позволит максимально унифицировать размеры балок перекрытий, снизить количество доборных элементов в узле, грамотно уменьшить металлоемкость каркаса, следственно, и его стоимость, и собственный вес. [7,8]

В ходе работы были решены все поставленные задачи, в результате чего поставленная цель была достигнута. В результате исследования целесообразности применения сталежелезобетонных колон в сравнении с металлическими колоннами при строительстве 6-этажного общественно-делового центра со сталежелезобетонными перекрытиями, был сделан вывод, что сталежелезобетонные колонны в современном высотном строительстве играют ключевую роль, однако при строительстве коммерческих зданий небольшой этажности их использование нельзя назвать эффективным.

Не все сталежелезобетонные конструкции являются верным решением при строительстве – при принятии решений об использовании нетипичных для России конструкций из сталежелезобетона необходимо грамотно подходить к вопросам об их проектировании и возведении, учитывая возможность использования аналогичных классических металлических или железобетонных конструкций.

Список литературы

1 Приказ Минстроя России от 30.12.2016 «Об утверждении свода правил «Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования». [Электронный

ресурс]. – Режим доступа: https://legalacts.ru/doc/prikaz-minstroja-rossii-ot-30122016-n-1030pr-ob-utverzhdenii/ (дата обращения: 20.12.2023 г.).

2 Стандарт организации: Сталежелезобетонные конструкции. Правила проектирования» - Ассоциация развития стального строительства. – Москва. – 2015. – 130 с. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293727/4293727164.pdf (дата обращения: 23.12.2023 г.)

3 Белов, Д.В. Особенности технологии бетонирования самоуплотняющимся бетоном сталежелезобетонных колонн / Д. В. Белов, М. А. Клещев //. – Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. - № 6 (152). – 2021. – С. 12-17

4 Клещев, М. А. Вариант технологии бетонирования самоуплотняющимся бетоном сталежелезобетонных колонн / М. А. Клещев//. – Сборник тезисов участников международного студенческого строительного форума – 2021 «Инновационное развитие строительства и архитектуры: взгляд в будущее». – С. 98-100. ISBN 978-5-907506-37-4

5 Хорев, А. В. Перспективы строительства сталежелезобетонных конструкций в высотном строительстве в Республике Казахстан / А. В. Хорев, З. М. Жамбакина //. – Молодой ученый. - №24 (471). - 2023. – С. 99-101.

6 Серых, И. Р. Эффект применения сталебетонных колонн / И. Р. Серов, А. Н. Дегтярев //. – Белгородский государственных технологический университет им. В. Г. Шухова. - №5. – 2014. – С. 63-66.

7 Здания школ и образовательных организаций со стальным каркасом. – Инженерный центр Ассоциации развития стального строительства. – Москва: АКСИОМ ГРАФИКС ЮНИОН. – 2019. – 60 с. ISBN 978-5-6040878-9-3

8 Многоэтажные коммерческие здания. - Инженерный центр Ассоциации развития стального строительства. – 2018. [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://steel-development.ru/index.php/en/34-projects/101-broshyura-mnogoetazhnye-kommercheskie-zdaniya (дата обращения: 22.12.2023 г.)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ КРЕПЛЕНИЙ

Бородин Н. Д., Касимов Р.Г., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В настоящее время строительство требует все более новых, прогрессивных технологических решений абсолютно во всех аспектах. Одним из таких решений, получающих все большую популярность, является система навесного фасада с воздушным вентилируемым зазором. Вентилируемый фасад устанавливается как на вновь возводимых, так и на реконструируемых жилых, общественных и административных зданиях. В настоящее время на российском рынке присутствует около 70 компаний, занимающихся установкой различных вариантов этих систем.

Монтаж фасадных систем предполагает использование обязательных компонентов. И если с мокрым типом всё достаточно просто – клеевая основа и тарельчатые анкера, то навесные обладают куда большим количеством компонентов, которые требуют отдельного представления.

Надёжность и долговечность системы крепления кроется в использовании металлических компонентов с антикоррозийным покрытием или из нержавеющей стали. Простота монтажа достигается путём использования удобных анкеров под максимально простые инструменты, а пожаробезопасность кроется в отсутствии горючих материалов, например, антикоррозийных смесей на профилях каркаса.

Каждый вентилируемый фасад состоит из нескольких функциональных компонентов-слоев: облицовка, воздушный зазор, подконструкция, утеплитель, основа (несущая стена). Крепежные изделия соединяют все компоненты фасада в единое целое. Их способность сопротивляться нагрузкам, механическим и климатическим, обеспечивает эффективность и долговечность работы фасада как единой конструкции.

При проектировании фасада необходимо обеспечить, чтобы материалы всех крепежных изделий соответствовали заданному сроку его службы в конкретных условиях эксплуатации, в том числе, с учетом климатических условий и степени химического загрязнения окружающей атмосферы.

При научном исследовании были поставлены цели и задачи:

- сравнение существующих видов крепления навесных фасадных систем;
- исследование устройства крепления навесных фасадов;
- исходя из полученных знаний в ходе исследования подобрать тип крепления вентилируемого фасада для отделки торгового центра.

Технические требования к крепежным изделиям являются важной частью общих исходных требований к конструкции навесного вентилируемого фасада[1].

Для достижения надежности отделки фасада к подсистеме предъявляются определенные требования. А именно:

- невосприимчивость к гниению и воздействию влажности;
- высокая устойчивость ко всем видам нагрузок (вес декоративных плит, ветер, снеговые нагрузки,
- температура);
- корректировка конструктивных дефектов (исправление кривизны стен и др.);
- легкость монтажа;
- быстрота возведения панельных элементов.

Для обеспечения вышеперечисленных требований при изготовлении подсистем (каркасов) применяют следующие типы материалов:

- оцинкованная сталь – очень долговечный и надежный материал, имеющий самое доступное и практичное решение. Каркасы из оцинкованных элементов отличаются высокой экологичностью, пожаробезопасностью и устойчивостью к высоким нагрузкам, а также имеют очень высокую температуру плавления. Они могут применяться при монтаже самых тяжелых облицовочных плит.

К недостаткам подсистем из оцинковки обычно относят их низкую коррозийную устойчивость. Срок службы указывается менее 25 лет, на практике же может оказаться и того меньше, все зависит от региона и среды эксплуатации. Нанесение полимерного покрытия или специальное окрашивание частично решают эту проблему, позволяя получить рабочий и недорогой вариант фасадной подсистемы.

- сплавы алюминия отличаются высокими антикоррозийными свойствами, но из-за невысокой температуры плавления они не могут обеспечить надежную пожаробезопасность. Соотношение качества и цены стремится к оптимальному. Отличительная особенность алюминиевых подсистем — низкий вес на кв. метр, это позволяет устанавливать профили системы даже на стены с небольшой несущей способностью или сомнительной прочностью. Алюминий легко поддается обработке, резку и сверление можно осуществлять на объекте, специального оборудования это не требует.

К недостаткам алюминия относят его гибкость и пластичность, что не позволяет использовать тяжелые облицовочные материалы, например, натуральный камень. Так же алюминию свойственно высокое термическое расширение, что затрудняет его применение в зонах со значительными перепадами температур.

- древесина- прочный и достаточно дешевый материал. Использование деревянных элементов в подсистемах не требует специальных навыков и инструментов.

Недостаток деревянных конструкций – они подвержены гниению и пожароопасны.

- нержавеющая сталь –самый дорогой материал для фасадных систем здания. Детали из нержавейки экологичны, не поддаются гниению, коррозии и

отличаются долговечностью. Нержавеющая сталь, пожалуй, самый надежный материал с точки зрения коррозийной устойчивости, срок эксплуатации подсистем из нержавейки составляет минимум 50 лет. Кроме того, сталь обеспечивает достаточную жесткость конструкции для применения тяжелых облицовочных материалов. Правда, и стоимость фасадной подсистемы из стали будет значительно выше по сравнению с альтернативными вариантами, это связано с ценами на саму нержавеющую сталь.
К недостаткам стальных подсистем относят их большой собственный вес, что ограничивает применение на слабых конструкциях[2]. Еще одна особенность нержавеющей стали – хрупкость материала при экстремально низких температурах, что важно учитывать при строительстве в некоторых климатических зонах.

Сравнение стальной и алюминиевой фасадной системы креплений представлены в таблице 1.

Таблица 1- Сравнение стальной и алюминиевой фасадной системы креплений

Показатель	Стальная система	Алюминиевая система
Способ изготовления	Направляющие, кронштейны и прочие несущие элементы изготавливаются из листовой оцинкованной стали путем нарезания ее в штрипсы (полосы) с последующей штамповкой. Изготовленные элементы окрашиваются порошковым методом с целью предотвращения коррозии	Направляющие - алюминиевые профили, кронштейны и прочие несущие элементы изготавливаются также из алюминиевого профиля, сплав 6063 или АД31
Коррозионная стойкость	Невозможность применять подсистему в среднеагрессивной среде, то есть в крупных городах и приморской зоне, а также зонах с климатом с повышенной влажностью. Для неагрессивных сред в соответствии с Таблицей 2 [3] - Защитные покрытия элементов подконструкции НФС все элементы подконструкции должны	Возможность применять подсистему из сплава 6063 в любых средах, включая среднеагрессивную, включая приморские города и зоны с климатом с повышенной влажностью

	быть окрашены порошковой краской с толщиной покрытия не более 60 мкм. 5.2.4 Защитное полимерное порошковое покрытие должно выполняться в заводских условиях по [4]. 5.2.5 Поверхности изделий перед нанесением антикоррозионных покрытий должны быть подготовлены в соответствии с требованиями [4] Также следует отметить, что для окрашивания стальных элементов конструкции применяется смешанный отход порошковых красок разных цветов(так называемый рекуперат), данных о подготовке поверхности нет. Гарантию на долговечность такого покрытия не даст ни один производитель, так как рекуперация смесью красок разных цветов не рекомендована ни одним производителем порошковых красок.	
Коррозионная стойкость в местах сверления отверстий и резки направляющих в размер	Согласно [3] Материалы подконструкций навесных вентилируемых фасадных систем. Нарушенные при монтаже подконструкции защитные покрытия элементов должны быть восстановлены с использованием технологий и материалов, прошедших проверку в	Не изменяется

	лабораториях (центрах), аккредитованных в национальной системе аккредитации. То есть места резки в размер и сверления отверстий должны быть покрашены порошковым методом, что фактически никто никогда не делает.	
Трудоемкость обрезки и сверления	Нет сомнения, что сверление и резка стали на объекте гораздо более трудоемка, нежели обработка алюминия	Минимальная трудоемкость, так как алюминий легко сверлится и отрезается любым инструментов, гораздо меньший расход сверл и отрезных дисков
Применение заклепок	Применяются заклепки, полностью изготовленные из нержавеющей стали, установка более трудоемка, цена высокая.	Применяются заклепки AL/нерж, установка которых менее трудоемка, цена таких заклепок также меньше
Вес	Почти в два раза больше, чем у алюминия	Минимальный
Стандартный шаг кронштейнов для классического крепления по всей площади фасада	Шаг не более 600 мм, что приводит к увеличению количества кронштейнов в два раза, увеличивает трудоемкость в два раза.	Шаг 1000-1350 мм
Количество мостиков холода	Вдвое большее количество кронштейнов увеличивает в два раза количество мостиков холода на фасаде.	Минимальное
Точность размеров элементов	Нет достоверных данных, по какому классу точности изготовлены элементы стальных подсистем, каковы методы контроля размеров приняты на производстве и каковы допуски на размеры элементов стальных подсистем. Это ставит под сомнение	Такие допуски размеров от 0,03 - 0,5 мм. позволяют легко соблюсти требования к точности размеров вентфасада, а именно разбег в размере швов ±2 мм, соосность смежных направляющих±2 мм, Вертикальность и горизонтальность плит и панелей облицовки - 2 мм на 1 м длины, Плоскость облицовки

	возможность соблюсти требования к точности размеров вентфасада и сдать объект заказчику без претензий.	фасада - 1/500 высоты фасада, но не более 100 мм
Стоимость 1м.п.		
Срок службы	25 лет	50 лет

В результате проведенного анализа было выяснено, что в навесных фасадах при монтаже облицовочных панелей применяются различные виды крепежных элементов и конструкций. Их выбор зависит от веса, плотности и прочих характеристик декоративного материала, а также от выбранного способа крепления. Речь может идти о стартовом и рядовом кляммере для керамогранита, болтах скрытого крепления и прочих метизах.

Проанализировав рассмотренные преимущества и недостатки самых распространенных видов фасадных подсистем, по типу материала наиболее эффективными являются алюминиевые конструкции. Алюминиевые профиля и крепления позволяют обеспечить нужную прочность и легкость фасаду здания, они не подвержены коррозии, а также срок эксплуатации у данного материала более 50 лет.

Список литературы

1. Гусев, Б. В. Теплотехнические особенности прокетировния утепленных наружных стен с вентилируемым фасадом / М. учебное пособие: 2006. – 117 с.

2. Кислицина, С. Н. Современные материалы для отделки фасадов зданий / М. 2014. – 106 с.

3. ГОСТ Р 58154-2018 Материалы подконструкций навесных вентилируемых фасадных систем. Общие технические требования / М. : Стандартинформ, 2018- 24с.

4. ГОСТ 9.410-88 Покрытия порошковые полимерные / М. : 1990- 12с.

5. Кавер, Н. С. Современные материалы для отделки фасадов / М.: 2005. –

6. 120 с.

7. Запащикова, Н. П. Мовершенствование методических подходов к управлению техническим состоянием и оуенке долговечности навесных вентилируемых фасадов : дис. к-т техн. Наук. М.: 2015. – 169 с.

8. Менейлюк, А. И. Современные фасадные системы / К. : Освита, 2008. – 340с.
9. Минейлюк, А. С. Современные фасадные системы / В. С. Дорофеев. К.: 2008. – 340 с.
10. Рекомендации по проектированию навесных фасадных систем с вентилируемым воздушным зазором для нового строительства и реконструкции зданий / М.: Москомархитектура, 2002. – 130 с.
11. Батичин, Р. С. Вентилируемые фасалы зданий. Проблемы строительной теплофизики, состем обеспечения микроклимата и энергосбережения в зданиях / сб. докд IV науч.-практ. Конфю / М.: НИИСФ, 1999.
12. Ефимов, Б. А. Фасадные строительные материлы : учебное пособие / А. Д. Жуков, В. С. Семенов, С. Ю. Шеховцова / М.: 2020. – 90 с.
13. Фокин, К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей здания / М. : Стройиздат, 1973. – 285 с.
14. СП 70.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции» / М. Минстрой, 2013. –130 с.
15. СП 50.13330.2012 "СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий" (с изменением N 1) / М.: Минстрой России, 2018. – 95 с.

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ ЗДАНИЯ

Васильева М.А., канд. техн. наук, доцент,
Воропаева П.В., Инсебаева А.М.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Одним из основных факторов, влияющих на срок службы здания, является воздействие воды на фундамент и другие элементы зданий. Влага вызывает коррозию металлов и арматуры, разрушение бетона и других материалов. Кроме того, попадание воды в конструкции снижает эксплуатационные свойства, ухудшает микроклимат и в некоторых случаях приводит к поломке и замыканию коммуникаций и другого оборудования, и появлению различных грибков и плесени. Именно поэтому необходимо принять верное проектное решение по защите помещения от проникновения воды [1].

Гидроизоляция представляет собой совокупность мер, обеспечивающих защиту строительных конструкций, зданий и сооружений от вредного воздействия воды. В зависимости от назначения гидроизоляции можно выделить два её вида: антифильтрационную и антикоррозионную [2].

Антифильтрационная гидроизоляция используется для защиты подземной части здания, антикоррозионная обеспечивает защиту конструкций и сооружений от химических реагентов, грунтовых и сточных вод, а также от агрессивных внешних сред.

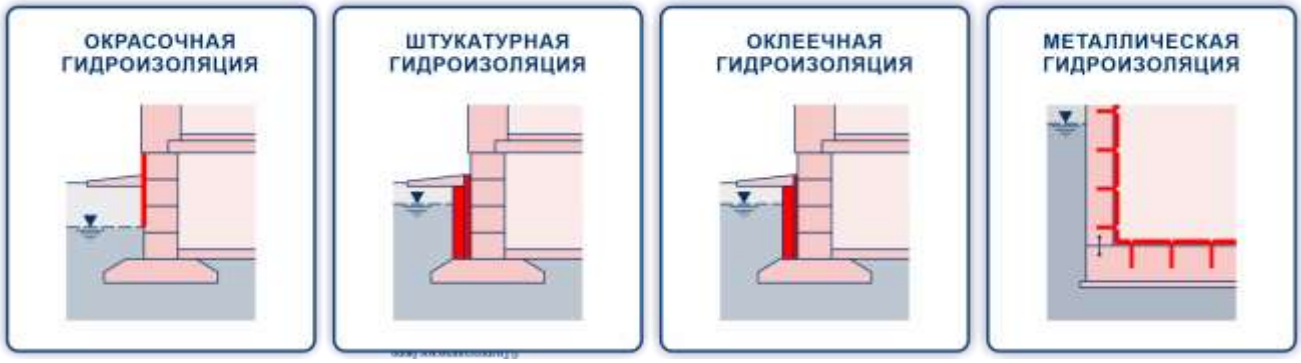


Рисунок 1 – Типы гидроизоляции

В строительстве применяют следующие типы гидроизоляции: окрасочную, штукатурную, литую, оклеечную, пластмассовую и металлическую, рисунок 1.

Окрасочная гидроизоляция фундаментов, которая состоит из 2-4 слоев водонепроницаемого покрытия является доступным, дешёвым и одновременно недолговечным способом антикоррозионной защиты из–за быстрого разрушения покрытия. Такую изоляцию устраивают из различных полимерных

вяжущих и смол, мастик и нефтяных битумов. Она применяется для защиты от капиллярной влаги.

Штукатурная цементная гидроизоляция состоит из цементного раствора или смеси, как горячей, так и холодной. Её наносят вручную или методом торкретирования. Под высоким давлением сжатого воздуха раствор набрызгивается на поверхность. Такой способ применяется для изоляции ограждающих конструкций из монолитного бетона. Его комбинируют с окрасочной гидроизоляцией вследствие появления трещин и низкой стойкости к деформациям и вибрациям, рисунок 2.

Рисунок 2 – Нанесение штукатурной гидроизоляции
способом торкретирования

Штукатурная гидроизоляция также делится на 2 подтипа:

1. Горячая асфальтовая наносится путем розлива или набрызга нескольких слоев горячего асфальтового раствора или мастики. Толщина покрытия должна быть не более 25 мм, температура нагрева от 150 до 190℃. Такая гидроизоляция применяется без защитного слоя, т.к. обладает химической стойкостью и высокой прочностью при статических и динамических нагрузках.

2. Холодная асфальтовая наносится в 2-5 слоев, толщина каждого составляет не более 4 мм. Общая толщина зависит от действующего гидростатического давления воды. На вертикальных поверхностях покрытие защищают кирпичной, железобетонной стенкой или плоскими асбестобетонными листами, а на горизонтальных - стяжкой из цементного раствора или бетона. При этом защитное ограждение для такого типа изоляции не требуется, желательны лишь периодические проверки и ремонт.

Литая асфальтовая гидроизоляция наносится следующим образом: для изоляции вертикальных поверхностей устанавливают ограждение и в пространство между ним и поверхностью или в швы и полости между элементами сооружения в расплавленном состоянии путем розлива заливают раствор или мастику, затем всё выравнивают.

Для устройства оклеечной битумной гидроизоляция, чтобы обеспечить долговечность конструкций выбирают гнилостойкие материалы, представляющие собой ковер из рулонных материалов, наклеенных послойно на основание, которым может служить битум или мастика. При этом их наклеивание могут производить двумя способами - на собственную расплавленную и клейкую поверхность или специальные битумосодержащие мастики для приклейки рулонов. После этого гидроизоляция требует защиты в виде стены из кирпича или бетона.

При защите конструкций от агрессивной среды используют пластмассовую гидроизоляцию. На изолируемую поверхность наклеивают листовую и рулонную пластмассу.

Металлическая гидроизоляция представляет собой сплошное ограждение из стальных листов толщиной не менее 4 мм, соединенных между собой при помощи сварки, а с изолируемой конструкцией – анкерами, заделываемыми в бетон. Такое покрытие имеет высокую прочность, водонепроницаемость и долговечность. Из-за высокой стоимости оно применяется для защиты особо значимых зданий и конструкций.

Гидроизоляция должна выполнять две основные функции – предотвращать проникновение жидкости в конструкцию и ее выход из конструкции, в зависимости от поставленной задачи [3].

Каждый вид гидроизоляции имеет свои плюсы и минусы, поэтому работы

по защите сооружений должны проводится с использованием того вида гидроизоляции, которая подходит определенному типу объекта.

В современном строительстве всё чаще используют систему проникающей гидроизоляции пенетрон, которая представляет комплекс смесей: пенекрит, пенебар, пенеплаг, предназначенных для решения конкретных задач:

- пенетрон обеспечивает гидроизоляцию всей толщи сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций. В настоящее время это одна из самых распространенных систем изоляции в России, так как она не требует предварительной сушки бетона, что значительно упрощает и удешевляет процесс гидроизоляции [4];
- пенекрит предназначен для заполнения и изоляции трещин, крупных швов, стыков, сопряжений, примыканий, вводов коммуникаций в статически нагруженных сборных и монолитных бетонных конструкциях;
- пенебар используется для гидроизоляции швов, стыков и мест ввода коммуникаций;
- пенеплаг применяется для быстрой ликвидации напорных течей в конструкциях, выполненных из бетона, кирпича, натурального камня.

На практике эти материалы применяются комплексно. Данная гидроизоляция не требует особого ухода, ремонта или замены. В сравнении с другими способами гидроизоляций, приведенных ранее, система данных материалов более эффективна. Эти материалы позволяют повысить холодоустойчивость и прочность бетона, рисунок 3.

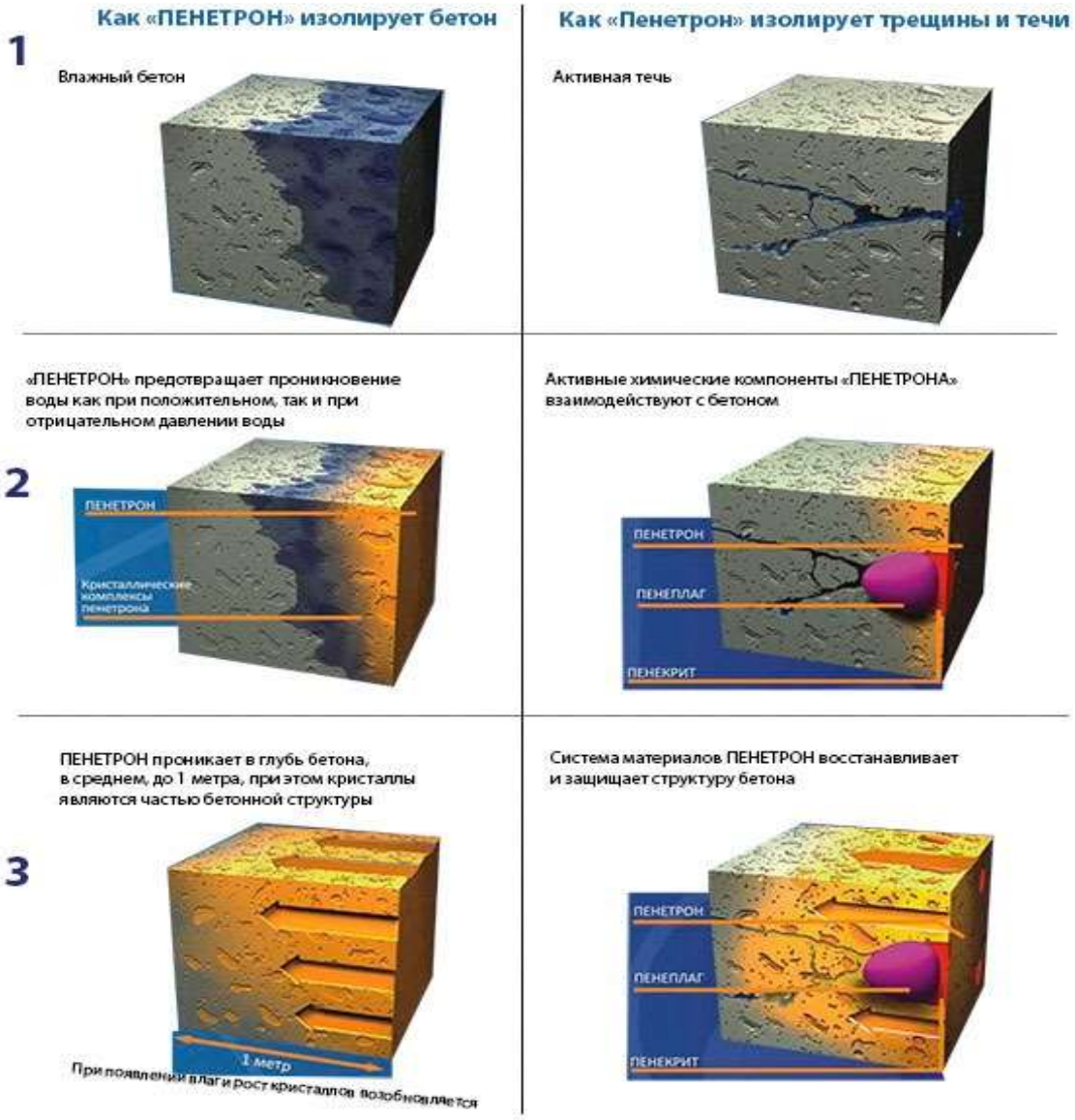


Рисунок 3 – Принцип работы системы пенетрон.

При выборе гидроизоляции, материалов, методов нанесения следует учитывать общее состояние конструкции и ее элементов, прочность, пористость материалов конструкции, климатические условия, температурный режим, влажность, гидрогеологический режим, условия и способы эксплуатации объекта. Использование проверенных материалов с соблюдением всех правил позволит добиться качественного результата и максимально возможного срока эксплуатации здания, что обеспечит безопасность людей.

Список литературы

1. А.Б. Фадеев Гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений / А.Б. Фадеев // Учебное пособие Санкт-Петербург, 2007. – 53 с.

2. Системы изоляции строительных конструкций: учебное пособие / Б.М. Румянцев, О.Б. Ляпидевская, А.Д. Жуков. 3-е изд., перераб. и доп.Москва: Изд-во Моск. гос. строит. ун-та, 2016. - 596 с.

3. В.В. Шилов, А.М. Зубцов. Руководство по проектированию и устройству гидроизоляции фундаментов // Корпорация ТехноНИКОЛЬ. Москва, 2014. – 58 с.

4. Технологический регламент по гидроизоляции и защите от коррозии монолитных и сборных бетонных и ж/б конструкций материалами ЗАО «ГК Пенетрон -Россия». – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «ГК «Пенетрон-Россия», 2019. – 75 с

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА В РОССИИ: АНАЛИЗ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Гурьева В.А., д-р техн. наук, доцент, Вождаев Д.С.
Федеральное государственное бюджетное образовательноеучреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Керамический кирпич закрепился на рынке строительных материалов как один из наиболее востребованных видов стеновых строительных изделий. Основная доля спроса приходится на керамический кирпич рядовой — 56 %, керамический кирпич лицевой составляет 34 %, поризованные блоки — около 10 %, клинкерный кирпич — 0,2 %. Ведущее место среди производителей керамического кирпича (по всем видам кирпича) в России занимают предприятия Центрального федерального и Приволжского федеральных округов, составляющие более 50 % рынка.

На момент 2022 года доля керамического кирпича на рынке строительных материалов и изделий РФ составила 71 %, силикатного – 29 %, в то время как в период с 2010 по 2018 годы объем силикатного кирпича оценивался в 35 - 40 %. Не смотря на общее снижение объёмов производства керамического кирпича в РФ после 2014 года (рисунок 1), его доля по отношению к силикатному выросла на 6-10 % в зависимости от вида керамических стеновых изделий, области применения. Такая динамика обусловлена несколькими ключевыми факторами.

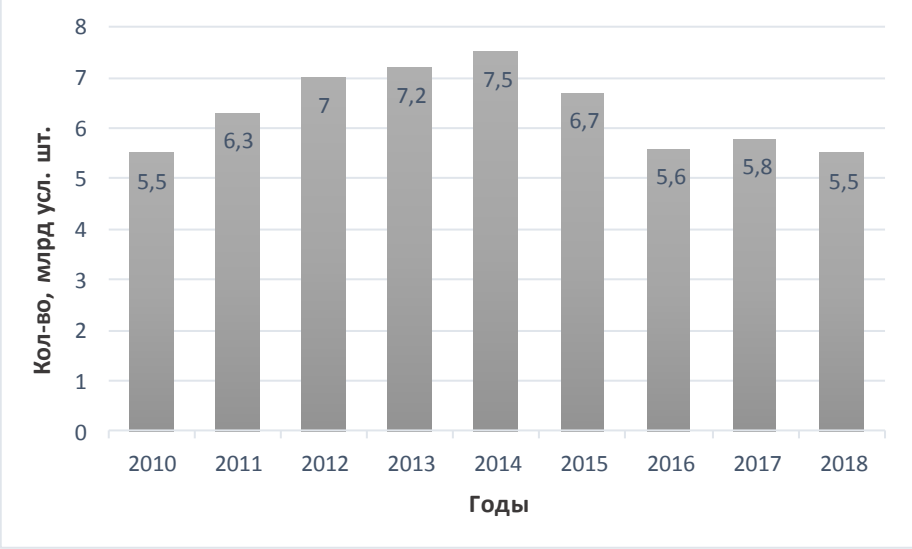


Рисунок 1 – Динамика производства керамического кирпича, млрд усл. шт. в РФ по данным Росстата [2]

Падение объемов производства объясняется наличием неблагоприятных экономических и социальных условий: девальвация рубля в конце 2014 года,

повышение ключевых ставок ЦБ РФ, удорожание кредитных ресурсов [1]. В совокупности данные события повлекли общее снижение темпов строительства в РФ и, как следствие, снижение спроса на рынке строительных материалов.

Тем не менее, на первое место по поставкам и продажам мелкоштучных стеновых материалов выходит керамический кирпич. Такая тенденция была вызвана стремлениями производителей к удешевлению производства данного вида изделий в условиях кризиса. Снижение себестоимости может достигаться различными способами, наибольший интерес вызывает применение промышленных отходов при производстве строительных материалов.

Преимущественное большинство промышленных отходов характеризуются непостоянством химического и минерального составов. Недостаточная изученность техногенных продуктов как потенциального сырьевого материала и его поведения при термической обработке ограничивают реализацию полномасштабного производства керамических изделий на основе минеральных отходов промышленности. Все это приводит к необходимости проведения дополнительных исследований с целью определения возможности вторичного использования данного вида сырья для производства различных видов керамических изделий [3].

Отходы обогащения руд, в большинстве случаев, представлены силикатами и алюмосиликатами, в том числе и магния. В керамической промышленности силикатам принадлежит основная роль в формировании эксплуатационных свойств получаемых материалов [4]. Перспективность использования отходов, содержащих силикаты магния, определяется особенностями процессов их кристаллизации, способностью к изоморфизму, а также возможностью взаимных переходов водных и безводных соединений. Известно использование отходов в результате обогащения медьсодержащих горных пород, в том числе и медноникелевых руд, для получения керамических изделий.

Также в качестве регулирующих добавок возможно применение шлака от сжигания бурого угля [5]. Отмечается, что ввод шлака, содержащего повышенные концентрации оксидов железа, кальция и щелочных элементов, в состав сырьевой шихты способствует получению керамических изделий при относительно низких температурах обжига. В результате производятся как легкие (теплоизоляционные), так и высокопрочные стеновые изделия с высокими физико-механическими свойствами без использования традиционных природных материалов. Было доказано, что привлечение шлака от сжигания угля и межсланцевой глины в процесс керамического производства значительно расширяет и разнообразит базу сырья.

Уголь является одной из наиболее эффективных добавок в сырьевую массу, выполняющий одновременно функции отощения и выгорания [6]. Тем самым достигаются следующие эффекты:

- снижение температуры спекания, средней плотности, содержания серы и фтора в отводящих газовых печах, количества топлива при обжиге кирпича;
- увеличение морозостойкости.

При производстве кирпича из изделия-сырца вследствие прохождения его через решетчатый конвейер с создаваемым под решеткой вакуумом осуществляется выделение газов из горючих добавок. Выгорание из кирпича-сырца угля повышает эффективность процесса обжига, однако осуществление способа сопровождается значительными энергетическими затратами, необходимыми для создания проходящего через кирпичи потока горючих газов. Наиболее близким техническим решением является способ производства глиняного легковесного кирпича, включающий получение полуфабриката кирпича-сырца с предварительным вводом в объем сырья при его подготовке в процессе приготовления шихты, топливных добавок, сушку кирпича-сырца и его обжиг. При обжиге введенные в кирпич-сырец частицы топлива выгорают, оказывая благоприятное воздействие на процесс обжига и образуя в массе кирпича поры, обеспечивающие снижение плотности и требуемую теплопроводность изделия. С целью устранения недостатков в работе возможно смешивание глины с каменным углем [7]. Технический результат данного решения заключался в том, что процесс обжига кирпича осуществлялся без дополнительных внешних источников обжигающей энергии.

В результате присутствия мелких частиц угля в керамической массе повышается внутренняя энергия шихты, что обеспечивает равномерное протекание термических процессов во внутренних и поверхностных слоях черепка и способствует интенсификации дегидратации глинистых минералов и спеканию массы.

Применение органических составляющих, выполняющих роль выгорающих добавок, позволяет повысить пористость керамических изделий [8]. Для более равномерного и качественного обжига используются исходные сырьевые материалы в следующем соотношении компонентов масс. %: отходы углеобогащения - 40 - 70, глина - 10 - 38, жидкое стекло – 2 - 5, вода 15 - 20. Это позволяет в значительной мере повысить прочностные характеристики получаемой продукции [9], обеспечить морозостойкость.

Таким образом, несмотря на то что керамический кирпич на рынке материалов закрепился давно и востребован в большинстве направлений строительного производства, основной целью предприятий-изготовителей все же остается оптимизация и рационализация процессов изготовления. Главными задачами на сегодняшний день остаются обеспечение энергоэффективности и снижение затрат на производство данного материала. Применение промышленных отходов при производстве керамического кирпича является одной из острых проблем, требующей дальнейшего глубокого изучения и способной решить актуальные вопросы экономической и строительной отрасли.

Список литературы

1. Семенов, А.А. Рынок керамических стеновых материалов: итоги 2014 и прогноз на 2015 год // Строительные материалы. – 2015. – № 4. – С. 3–5.

2. Эффективность экономики России: Федеральная служба государственнойстатистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/ (Дата обращения 10.01.2024)

3. Бурученко, А.Е. Оценка возможности использования вторичного сырья в керамической промышленности / А.Е Бурученко // Стекло и керамика. - 2006.- №2. - С. 44-46.

4. Гурьева, В. А. Элементы нанотехнологии в производстве строительной керамики на основе силикатов магния / Гурьева В. А., Прокофьева В. В. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. - 2010. - № 2. - С. 6-10.

5. Абдрахимов, В.З. Использование углеродсодержащих отходов топливно-энергетического комплекса в производстве керамических материалов различного назначения / В.З. Абдрахимов [и др.] // Экология и промышленность России. – 2013. – №9. – С. 30–33, 54.

6. Абдрахимова, Е. С. К вопросу об экономической и экологической целесообразности использования отходов углеобогащения углистых аргиллитов в производстве теплоизоляционных материалов на основе межсланцевой глины / Е.С. Абдрахимова, В.З. Абдрахимов // Экологические системы и приборы. - 2014. - № 1. - С. 35-42.

7. Гурьева, В. А. Низкокачественные кирпичные глины и золошлаковые отходы в производстве керамического кирпича [Электронный ресурс] / В. А. Гурьева, А. В. Дорошин // Строительные материалы. -2023. - № 5. - С. 30-34.

8. Михайлов, В. И. Особенности производства керамического кирпича из углеотходов / В. И. Михайлов //Строительные материалы. – 1990. – № 7. – С. 5-7.

9. Столбоушкин, А. Ю. Отходы углеобогащения как сырья и энергетическая база заводов керамических стеновых материалов / А. Ю. Столбоукин, Г. И. Стороженко // Строительные материалы. – 2011. – № 4. – С. 43-46.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ КРОВЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ганиев Р.И., Кузнецова Е.В., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Неэксплуатируемые традиционные кровли представляют собой конструкцию, состоящую из основания – железобетонной плиты покрытия, пароизоляционного слоя, слоя утеплителя и гидроизоляционного слоя. Данная конструкция более дешевая и простая в монтаже, поскольку нет необходимости в устройстве жесткого и прочного каркаса. Плоская кровля не предназначена для восприятия каких-либо механических воздействий на нее, так как верхний гидроизоляционный слой подвержен повреждениям, например, в зимний период времени при скоплении снега, а также появляется возможность протекания кровли, при большом скоплении атмосферных осадков.

В таблице 1 представлены часто возникающие дефекты плоской кровли, а также их причины и следствия.

Таблица 1 – Дефекты плоской кровли, их причины и последствия

Дефект	Причины	Последствия
Намокание утеплителя	1) Несоблюдение укладки слоев кровельного пирога; 2) Плохое качество соединений гидроизоляционного слоя	1) Влажная теплоизоляция увеличивается в весе; 2) Потеря заложенных производителем характеристик
Застои воды дождевого и талого типа	Несоблюдение уклонов	При резком понижении температуры до минусовых отметок застоявшаяся вода разрывает покрытие
Вспучивание кровельного пирога	Переизбыток давления в кровельном пироге: 1) Неграмотное распределение слоев; 2) Неправильно рассчитанная толщина теплоизоляции	Появление пузырей и многочисленных трещин

На основании проведенного анализа дефектов на рисунке 1 приведены основные повреждения плоской кровли.

1) 2) 3)

4) 5) 6)

1 – отсутствие утеплителя; 2 – появление выемок и провалов; 3 – застой воды; 4 – намокание кровельного пирога; 5 – вздутие кровельного пирога; 6 – растрескивание кровельной поверхности.

Рисунок 1 – Повреждения плоской кровли.

Выделим основные методы реконструкции плоской кровли:

1. Полное обновление кровельного пирога. Производят при намокании теплоизоляции в связи с отсутствием, неправильной укладкой или повреждением гидроизоляционного слоя.

2. Обновление утеплителя и гидроизоляционного покрытия. Выполняю при намокании теплоизоляции вследствие внушительного повреждения гидроизоляционного ковра.

3. Сооружение надстроек в форме скатной кровли. Такой вид переустройства позволяет продлить срок службы кровли почти в 3 раза, при этом такое сооружение надежно защищает здание от атмосферных осадков.

В настоящее время все чаще применяют последний метод реконструкции – замену плоской кровли на скатную. Так как по нормативам плоскую крышу положено ремонтировать каждые 10 лет, то в случае ее переустройства в скатную межремонтный срок конструктива увеличивается до 30 лет. [1]

Материалы для покрытия кровли классифицируются по трем основным типам, которые представлены на рисунке 2.

Рисунок 2 – Классификация материалов для кровли

Результаты сравнения наиболее важных характеристик кровельного покрытия: затрат труда, срок эксплуатации, вес и стоимость приведены на рисунках 3-7.

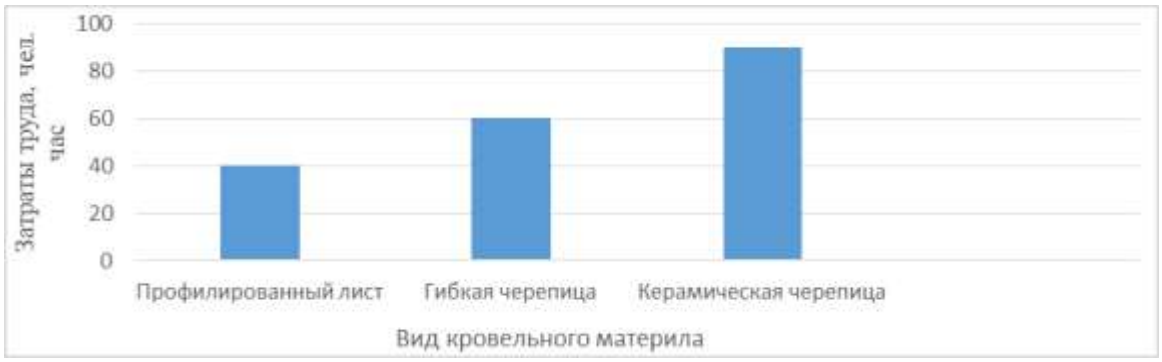


Рисунок 3 – Сравнение кровельного покрытия по трудозатратам

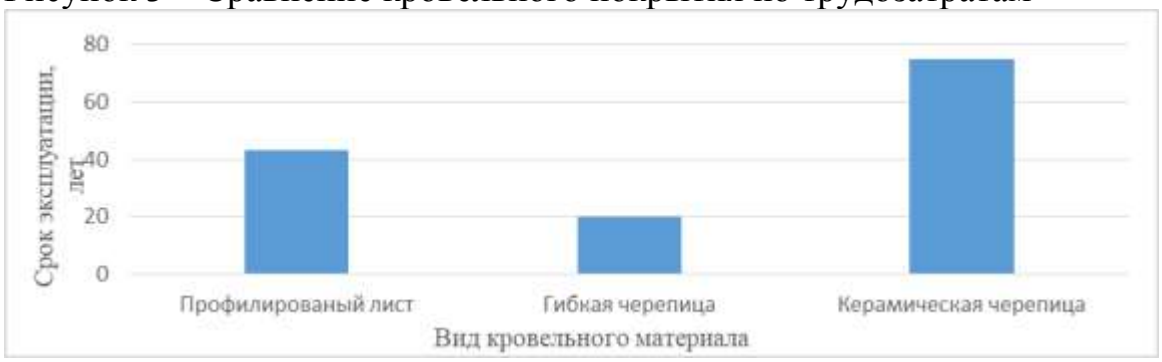


Рисунок 4 – Сравнение кровельного покрытия по сроку эксплуатации

Рисунок 5 – Сравнение кровельного покрытия по нагрузке

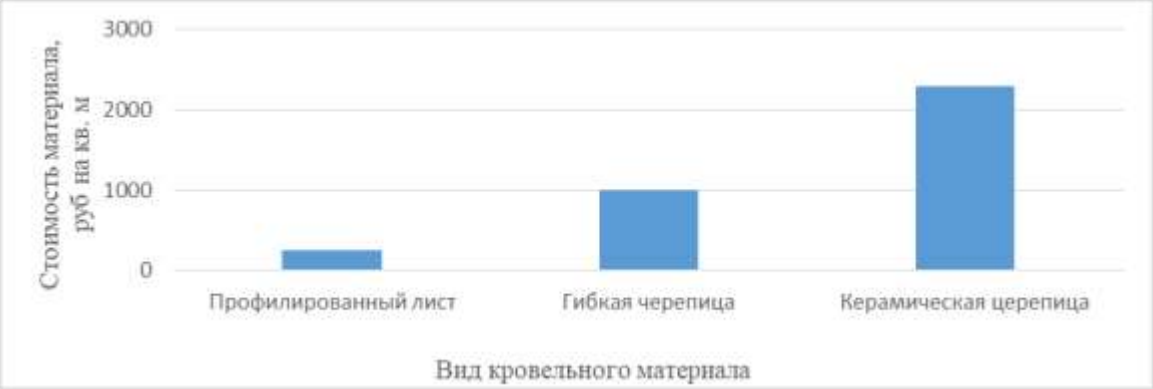


Рисунок 6 – Сравнение кровельного покрытия по стоимости

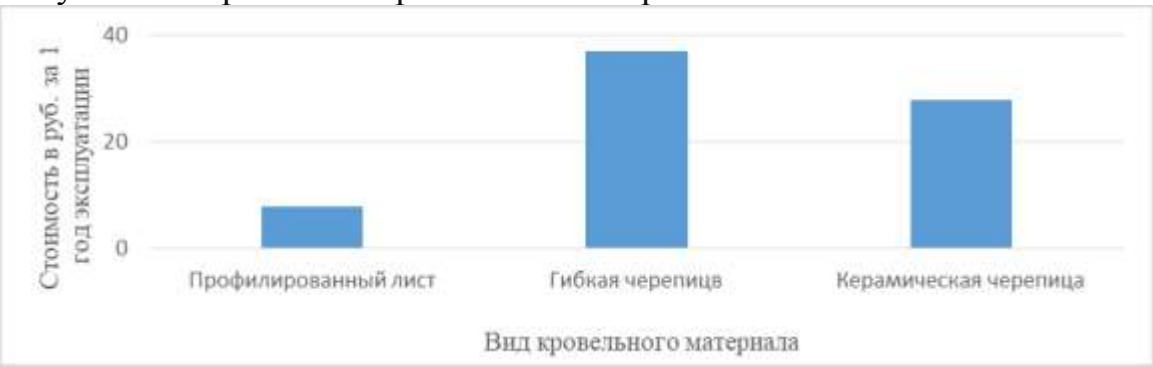


Рисунок 7 – Сравнение кровельного покрытия по стоимости за 1 год эксплуатации

По результатам анализа наиболее широко применяемыми материалами являются металлические листовые материалы.

Для кровельного покрытия уже многие столетия применяются такие металлы как медь, свинец, железо, олово, никель и цинк. Благодаря использованию различного рода приспособлений и кровельных машин пластичность металла позволяет выполнить легкую и долговечную кровлю любой конфигурации. [2] Долговечность кровли, расходы на её ремонт и эксплуатацию во многом зависят от качества монтажа и примененных кровельных материалов, как единой системы взаимосвязанных совместно функционирующих элементов, в том числе элементов крепления.

Существуют следующие типы металлических кровель: покрытия из профилированного листа, металлочерепица, плоские покрытия из листовой или рулонной стали.

1. Покрытия из профилированного листа.

Профнастил – это современный строительный материал, который приобрел широкую популярность в нашей стране. Металлопрофиль получают методом холодной прокатки, то есть стальные листы толщиной от половины до полутора миллиметров пропускают через специальные прокатные станки. В результате этого на листах образуется гофра (ребра жёсткости), за счет чего улучшаются эстетические свойства кровельного покрытия, а также увеличивается устойчивость к внешним нагрузкам.

Заводская маркировка профнастила зависит от специфики его применения, каждой области соответствует определенная заводская маркировка:

- «С» - стеновые, используются для вертикальных конструкций, облицовки стен, возведения забора;
- «Н» - несущие, или «настил», предназначен для кровли, опалубки или межэтажных перекрытий;
- «НС» - несуще-стеновые, универсальный профнастил.

Рассмотрим профнастил марки «Н», так профнастил марки «Н-35» применяется для устройства кровель жилых и промышленных зданий. Пожалуй, это самый доступный и распространённый профилированный лист. Он способен выдерживать статические и динамические нагрузки в любых климатических зонах, универсален в применении и отличается простатой монтажа. Профнастил марки «Н-60» применяется как в несущих конструкциях, так и для скатной кровли, также применяется в складском и промышленном строительстве. [3]

Этот профнастил выгоден в применении за счёт большой монтажной ширины листа. Профнастил марки «Н-75» имеет более широкий перечень назначений. Это и несущие конструкции, потолки, опалубка, перекрытия, а также скатные и плоские кровли. Рассчитан он на применение там, где выпадает большое количество осадков.

Металлическая крыша этого типа сооружается по стандартным канонам возведения скатных кровель. То есть собирается стропильная система, на которую укладывается обрешетка, уже на последнюю монтируется само кровельное покрытие. Основными особенностями монтажа являются:

1) укладываемые полосы строго выравнивают по карнизу (т.е. по горизонтали);
2) монтаж в поперечном направлении производят внахлест одной волны.
3) если крышу собирают из коротких профлистов, то стыкуют их в продольном направлении внахлест (минимум 20 см);
4) саморезы вкручивают в нижнюю волну профлистов.

Между листами профнастила и подкровельным пространством или утеплителем устраивается слой гидроизоляции, который не позволяет конденсату с внутренней стороны профнастила попадать внутрь помещения или на утеплитель.

Гидроизоляцию укладывают на стропила параллельно карнизу, ее кромки выводят из-под настила в водосточную трубу. Для кровельного покрытия применяют профнастил с высотой профиля не менее 35 мм, он способен выдержать большие снеговые нагрузки. Длину профлиста обычно заказывают равную длине ската крыши, если она не превышает 12 м. При составном скате несколько профилированных листов соединяют внахлест. Для крыши с уклоном от 6 до 11 градусов следует предусматривать герметизацию стыков.

Несущая способность профнастила и его прочность зависят от двух параметров: толщина листа и размеры профиля. Чем оба параметра больше, тем выше прочность изделия, соответственно и выше цена.

В таблице 2 приведены достоинства и недостатки покрытий из профилированного листа.

Таблица 2 – Достоинства и недостатки покрытий

Достоинства	Недостатки
1. Простота монтажа;	1. Низкий кровель шумоизоляции;
2. Срок эксплуатации;	2. Теплопроводность;
3. Небольшой вес материала;	3. Коррозия;
4. Низкая стоимость;	4. Большой расход материала (за счет отходов от подрезки)
5. Разнообразие цветового оформления;	
6. Возможность перекрытия крыши без стыков (длина листов от 0,5 до 12 м с шагом 0,5м)	

1. Металлочерепица.

Металлочерепица – разновидность кровли из профилированного листа, получившая собственное название.

Особенность ее в том. Что кроме продольных волн у нее есть еще поперечные ступеньки.

Таким образом, кровельными листами металлочерепицы являются имитирующие натуральную черепицу волнистые профилированные листы, основой которых является горячеоцинкованный лист толщиной 0,5-0,7 мм с внешним полимерным покрытием. [4] В составе листа металлочерепицы имеются специальные слои веществ и химических элементов, обеспечивающих высокий уровень защиты от коррозии.

Кровля из металлочерепицы применяется для обустройства скатных крыш при уклоне больше 14 градусов.

Листы данного вида металлической кровли устойчивы к атмосферным осадкам, противостоят воздействию низких и высоких температур, солнечной радиации, имеют высокий уровень устойчивости к механическим напряжениям в процессе эксплуатации ремонта.

При монтаже не стоит забывать, что у каждого производителя размеры черепицы отличаются на несколько миллиметров или сантиметров, потому что производство основано на технических условиях.

Поэтому необходимо правильно подобрать шаг укладки элементов под каждую модель металлочерепицы. [5]

Важно установить рейки так, чтобы на них упирались выступы каждого лепестка.

В таблице 3 представлены достоинства и недостатки покрытий из металлочерепицы.

Таблица 3 – Достоинства и недостатки покрытий

Достоинства	Недостатки
1. Устойчивость коррозии;	1. Низкий уровень шумопоглощения;
2. Небольшой вес материала;	2. Теплопроводность;
3. Длительный срок эксплуатации;	3. Большой расход материала (за счет отходов от подрезки)
4. Высокая степень пожаробезопасности;	
5. Простота монтажа;	
6. Низкая стоимость	

2. Фальцевая кровля.

Фальцевой называют кровлю из металлических листов, скреплённых между собой специальным соединением в виде отгиба кромок листов. Данный вид кровли является лучшим вариантом для крыш с небольшим уклоном. Ранее фальц делали только вручную, из-за чего процесс монтажа был трудоемким, но со временем появилось профессиональное оборудование, с помощью которого получилось добиться ровных стыков, появилась возможность использовать листы разной длины и скорость монтажа увеличилась в несколько раз. [6]

Таблица 4 – Достоинства и недостатки покрытий

Достоинства	Недостатки
1. Большой срок эксплуатации;	1. Низкий уровень шумоизоляции;
2. Высокая герметичность;	2. Теплопроводность
3. Небольшой вес;	
4. Отсутствие нахлестов;	
5. Высокий уровень пожаробезопасности	

Анализ характеристик металлических видов кровель показал, что при выборе вида необходимо учитывать конструктив крыши, климатические особенности региона и желаемый срок эксплуатации.

Металлическая кровля - залог долговечности крыши и привлекательного вида здания, но только в случае использования качественного кровельного покрытия, произведенного и смонтированного в соответствии с действующими нормами и правилами. Проанализировав рассмотренные преимущества и

недостатки кровельного покрытия, наиболее эффективным является покрытие кровли профилированными металлическими листами с полимерным покрытием.

Список литературы

1. Послание Президента РФ Владимира Путина Федеральному Собранию: послание Президента РФ Федеральному Собранию от 12 дек. 2013 г. // Российская газета. 2013. 13 дек. Электоройнный ресурс http://kremlin.ru/events/president/news/19825

2. Савельев, А. А. Севременные кровли, устройство и монтаж. Москва : 2012. – 160 с.

3. Бузало, Н. А.Крыши и кровли граждансикх и производственных зданий : учебное пособие / И. Д. Платонова, Н. Г. Царитова; Москва : 2016. – 160 с.

4. Петров, Е. В. Технология производства кровельных работ в строительстве. Томск : 2019. – 152 с.

5. СП 70.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции». Москва : Минстрой, 2013. –130 с.

6. СП 50.13330.2012 "СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий" (с изменением N 1). Москва : Минстрой России, 2018. – 95 с.

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ПЕРЕУСТРОЙСТВЕ КОНСТРУКЦИИ КРЫШИ ИЗ ПЛОСКОЙ В СКАТНУЮ

Гнедова К. В., Гурьева В. А., д-р техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Теплоизоляционный материал – один из ключевых элементов в строительстве и ремонте зданий. В связи с этим, в работе проведен сравнительный анализ теплоизоляционного материала, при изготовлении которого применялось разное сырье.

Практическая значимость работы заключается в обеспечении регулирования теплового режима, предотвращения конденсации и улучшения энергетической эффективности при выполнении рекомендации проведенного исследования по применению современного эффективного теплоизоляционного материала.

Основной функцией теплоизоляционных материалов (далее ТИМ) для чердачного пространства является создании барьера между внутренней и внешней средой, минимизируя теплопотери через кровлю и стены чердака [1].

На строительном рынке существует большое разнообразие теплоизоляционных материалов, рекомендуемых производителями для применения при строительстве чердачного пространства. Каждый вид ТИМ имеет свои преимущества, особенности и недостатки. Согласно опросу подрядных организаций г. Оренбурга и области, наиболее широко используемые материалы - минеральная вата и пленкообразующее покрытие «Броня» (рис 1).

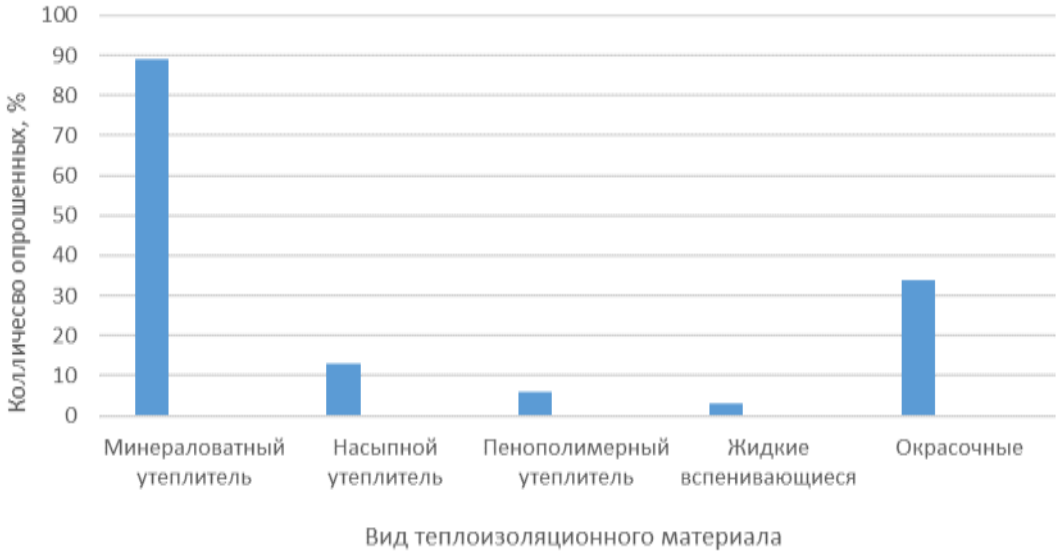


Рисунок 1 – Применение вида ТИМ подрядными организациями Оренбуржья

Минеральная вата – волокнистый материал, полученный путем плавления горных пород, металлургических шлаков и их смесей, при сильном нагреве и распыления в формы [2].

В связи с разным применением ТИМ их выпуск осуществляется двух форм – плиты и рулоны. Минераловатные плиты характеризуются высокой плотностью и широким размерным рядом. Рулонный утеплитель предназначен для поверхностей, не испытывающих большой нагрузки, минимизируя количество стыков.

Классификация минеральной ваты по типу исходного сырья представлена на рисунке 2.

Рисунок 2 – Классификация минераловатного утеплителя

В настоящее время в зависимости от вида исходного сырья производятся следующие виды минеральной ваты [3].

1. Шлаковата (рис. 2, а). Исходным сырьем для производства является промышленный шлак, переработанный в микроволокна. Данный вид теплоизоляционного материала получил применение в частном домостроении для утепления нежилых помещений и временных построек.
2. Стекловата (рис. 2, б). Сырьём для изготовления является рационально подобранная смесь основных компонентов: песок, стекло и известь. Таким образом, данный материал по применяемому сырью - наиболее дешевый минераловатный ТИМ. В строительстве применяется для утепления нежилых помещений, так как в состав материала при изготовлении вводятся химические реагенты, в числе которых формальдегид [4]. Данный вид ТИМ активно используется в новом строительстве и капитальном ремонте.
3. Каменная вата (рис. 2, г). Производится из отходов добычи изверженных горных пород – гранит, базальт, габбро и других [5]. В следствие низкого коэффициента теплопроводности широко применяется в промышленном и гражданском строительстве.
4. Базальтовая вата. Природный материал вулканического происхождения, с включением манетита, клинопироксена и вулканического стекла, отличающийся от каменной меньшей плотностью. Как и стеклянная вата, широко используется в гражданском строительстве, а также при проведении капитального ремонта [6].

На рисунке 3 представлены виды минераловатного утеплителя в зависимости от вида исходного сырья.

а) б)

в) г)

Рисунок 3 – Виды минераловатного утеплителя в зависимости от исходного сырья

а - шлаковата; б - стекловата; в - каменная вата; г - базальтовая вата

Согласно проведенного анализа и данных [7] в настоящее время в проектных решениях нового строительства и капитального ремонта многоквартирных домов применяются преимущественно материалы из стекловаты и базальтовой ваты. Вместе с тем, наряду с рулонными и плитными изделиями рассмотренных видов ТИМ, применяются и более тонкослойные разновидности материалов - окрасочные. Среди данных особое место занимает окрасочный материал «Броня» - жидкое покрытие, предназначенное для тепловой изоляции деревянных, металлических, пластиковых и других покрытий [8]. Это негорючий утеплитель нового поколения, 1 мм которого приравнивается к 50-60 мм минеральной ваты (лабораторный расход). Работы по нанесению материала на поверхность рекомендуется выполнять кистью или безвоздушным распылителем.

На рисунке 3 представлено теплоизоляционное покрытие «Броня».

а) б)

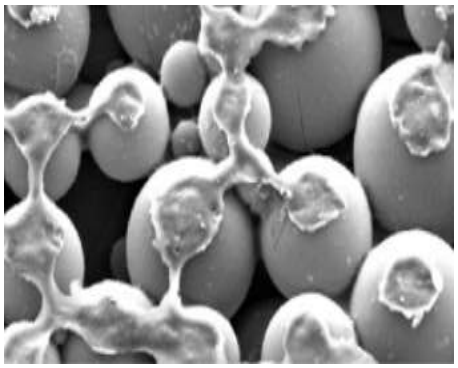


Рисунок 4 – Плёнкообразующее теплоизоляционное покрытие «Броня»

а - способ хранения и транспортировки покрытия; б - микросферы жидкой теплоизоляции

В ходе анализа материалов произведен теплотехнический расчет кровельного пирога с применением минераловатного утеплителя и теплоизоляционного материала «Броня» и выполнено сравнение полученных результатов.

1. Расчет кровельного пирога с применением минераловатных плит.

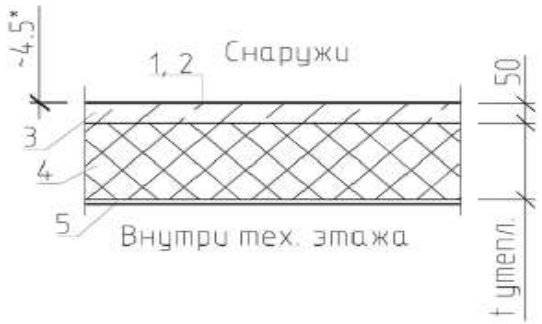


Рисунок 5 – Схема расположения слоев кровельного пирога с применением минераловатной теплоизоляции

1 - мастика кровельная Техномаст; 2 - битумный праймер Технониколь; 3 - железобетонная плита покрытия; 4 - минераловатный утеплитель; 5 - пароизоляция

Характеристики материалов, принятые для теплотехнического расчета

1) Мастика кровельная Технониколь №21. (Техномаст), толщина: δ_1=0,0045 м; коэффициент теплопроводности: λ_1=0,22 (м×°С)/Вт;

2) Битумный праймер Технониколь №01 – 1 сл; толщина: δ_2-0,001 м;

3) Железобетонная плита покрытия (в расчет принимается толщина полки ребристой плиты), р=2500 кг/м^3; толщина: δ_3=0,05 м; коэффициент теплопроводности: λ_3=1,92 (м×°С)/Вт;

4) Минераловатный утеплитель плотностью не менее 75 кг/м^3, толщина: δ_4=0,2 м; коэффициент теплопроводности: λ_4=0,038 Вт/(м×°С);

5) Пароизоляция (1 слой), - толщина: δ_5=0,003 м; коэффициент теплопроводности: λ_5=0,17 (м×°С)/Вт.

Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче $R_o^{тр}$, исходя из нормативных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче согласно формуле 1:

$$R_o^{тр}=a\times ГСОП+b \quad (1)$$

Где a, b - коэффициенты для ограждающей конструкции вида - покрытия и типа здания, a=0,0005; b=2,2.

Градусо-сутки отопительного периода ГСОП, 0С×сут определяем по формуле 2:

$$ГСОП=(t_в-t_{от})\times z_{от} \quad (2)$$

где $t_в$ - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаем согласно СП131.13330.2018, 14 °С;

$t_{от}$ - средняя температура наружного воздуха, °С, принимаем согласно СП131.13330.2018 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °С для типа здания – жилые, равная 6,1 °С;
$z_{от}$ - продолжительность, сут, отопительного периода, принимаем 195 сут.
Тогда

$$ГСОП=(14-(-6,1)) \times 195=3919,5\ °С \times сут$$

Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередачи $R_o^{тр}$ ((м×°С)/Вт)

$$R_o^{норм}=0,0005 \times 3919,5+2,2=4,16\ м^2 \times °С/Вт$$

Условное сопротивление теплопередаче $R_0^{усл}$, ((м×°С)/Вт) определим по формуле 3:

$$R_0^{усл}=1/\alpha_{int}+\delta n/\lambda n+1/\alpha ext \qquad (3)$$

где αint - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый $\alpha_{int}=8.7$ ($м^2 \times °С$)/Вт
α_{ext} - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкций для условий холодного периода, принимаемый 23 ($м^2 \times °С$)/Вт
Тогда

$$R_0^{усл}=1/8,7+(0,0045/0,22 + 0,05/1,92 + 0,2/0,038 + 0,003/0,17) + 1/23=5,49\ (м \times °С)/Вт$$

С учетом коэффициента теплотехнической однородности r=0,92 получаем

$$R_0^{усл}=5,49\ (м^2 \times °С)/Вт \times 0,92=5,05\ (м^2 \times °С)/Вт > 4,16\ (м^2 \times °С)/Вт$$

Таким образом, утепление соответствует требованиям по теплопередаче.

2. Теплотехнический расчет кровельного пирога с применением материалом окрасочной теплоизоляции «Броня» НГ.

Рисунок 6 – Схема расположения слоев кровельного пирога с применением материала «Броня»

1 - мастика кровельная Техномаст; 2 - битумный праймер Технониколь;
3 - железобетонная плита покрытия; 4 – жидкая теплоизоляция «Броня»

1) Мастика кровельная Технониколь №21 в 3 сл. (Техномаст); толщина: δ1=0,0045 м; коэффициент теплопроводности: λ_1=0,22 (м×°С)/Вт

2) Битумный праймер Технониколь №01; толщина: δ2-0,001 м;

3) Железобетонная плита покрытия (в расчет принимается толщина полки ребристой плиты); р=2500 кг/м^3; толщина: δ3=0,05 м; коэффициент теплопроводности: λ_3=1,92 (м×°С)/Вт;

4) Жидкая теплоизоляция «Броня» класса НГ; толщина: δ4=0,0045 м (9 сл. по 0,5 мм); коэффициент теплопроводности: λ_4=0,001 (м×°С)/Вт.

Тогда

$$R_0^{усл}=1/8,7+(0,0045/0,22 + 0,05/1,92 + 0,0045/0,001) + 1/23 = 4,70\ (м^2\times°С)/Вт$$

$$R_0^{усл}= 4,70\ (м^2\times°С)/Вт \times 0,92 = 4,33\ (м^2\times°С)/Вт > 4,16\ (м^2\times°С)/Вт$$

Утепление соответствует требованиям по теплопередаче.

В таблице 2 представлен сравнительный анализ основных показателей исследуемых видов теплоизоляционного материала, наиболее широко применяемых в 2022-2023 году в Оренбургской области.

Таблица 2 – Основные характеристики исследуемых видов теплоизоляционных материалов

Сравниваемая характеристика	Материал		
	Стекловолокно (кварц)	Базальтовое волокно	Жидкое покрытие «Броня»
Класс горючести	НГ	НГ	НГ
Температура эксплуатации, ºС	от -60 до +200	от -60 до +200	от -60 до +200
Коэффициент теплопроводности, Вт/м ºС	0,032-0,034	00,36-0,038	0,0012
Температура поверхности при нанесении/укладки материала, ºС	-	-	от +7 до +150
Коэффициент паропроницаемос-ти, мг/м ч Па	0,55	1,2	0,003
Плотность материала, кг/м^3	24-35	60-80	600±10%
Гарантия от производителей, лет	25-50	25-50	15
Сжимаемость под удельной нагрузкой 2000 Па, не более, %	40	30	-
Прочность на растяжение параллельно к лицевым поверхностям, не менее, кПа	20	15	-
Стоимость, руб/м^2	680	750	2214

Таким образом, проведенный анализ различных видов ТИМ, применяемых на строительном рынке, позволяет утверждать, что правильно подобранный теплоизоляционный материал обеспечивает создание оптимальной микроклиматической среды и высокий уровень комфорта, соответствующий нормативно-правовым документам

Согласно выполненному теплотехническому расчету и сравнению полученных результатов наиболее эффективным и экономически выгодным материалом является базальтовый минераловатный материал.

Список литературы

1. Петров К. С. Применение современных строительных материалов и технологий при устройстве кровель / К.С. Петров, К.Г. Криценко. – Ростов-на-Дону : Инженерный вестник Дона, 2019. – №7. –23-31 с.
2. Даренский В. В. Устройство скатной крыши из современных кровельных материалов, - Ростов-на-Дону : Инновационная наука, 2018. – №4. –27-28 с.
3. Назаров, В. И. Современные работы по постройке крыши и настилу кровли. - Москва : Стройиздат, 2011. – 320 с.
4. Бондаренко И. Н. Современные кровельные материалы и конструкции кровель, используемые для жилых и промышленных зданий / И.Н. Бондаренко, С. М. Нейман. – Москва : Вестник МГСУ, 2010. – №4. –31-37 с.
5. Европов, Л. А. Покрытия и кровли гражданских и промышленных зданий. Москва : Ассоциация строительных вузов, 2004. – 248 с.
6. Савельев, А. А. Конструкции крыш. Строительные системы. Москва : 2009. – 119 с.
7. Савельев, А. А. Современные кровли, устройство и монтаж. - Москва : Лабиринт, 2012. – 160 с.
8. Бузало, Н. А. Крыши и кровли гражданских и производственных зданий : учебное пособие / И. Д. Платонова, Н. Г. Царитова. - Москва : Инфра-М, 2016. – 160 с.
9. Эргашев М. М. Современные кровельные материалы в строительной индустрии. – Москва : Экономика и социум, 2022. - №3.94 – 991-995 с.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В ЭЛЕКТРОННОМ ВИДЕ

Гордиенко М.П., Кулешов И.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Согласно приказу Минстроя России № 344/пр от 16 мая 2023 года [1], разрешается вести исполнительную документацию в электронном виде без дублирования на бумажном носителе. Данный приказ вступает в силу с 01 сентября 2023 года и будет действовать до 2029 года. Что в свою очередь актуализирует разработку и внедрение методики формирования исполнительной документации в электронном виде, в т.ч. на основе цифровой информационной модели.

Состав строительной исполнительной документации нормируется в соответствие с РД-11-02-2006 [2].

Исполнительная документация представлена в виде текстовых и графических материалов, отражает ход и результаты строительных работ. Она создается на основе проектной документации и должна полностью отражать фактически выполненные работы, включая все изменения и уточнения, которые были внесены в процессе строительства.

Исполнительная документация представляет собой документ, отображающий построенный объект, который упрощает эксплуатационный процесс, а также отражает техническое состояние, благодаря чему можно получить четкое представление о производителях работ по каждому из видов осуществленных рабочих процессов.

Полный перечень документов исполнительной документации может варьироваться в зависимости от специфики и размеров проекта, однако обычно в неё входят следующие документы [3]:

1. Акт освидетельствования геодезической разбивочной основы объекта капитального строительства.
2. Акты разбивки осей объекта капитального строительства на местности.
3. Акты освидетельствования скрытых работ.
4. Акты освидетельствования строительных конструкций, устранение недостатков в которых невозможно без разборки или повреждения других строительных конструкций и участков сетей инженерно-технического обеспечения.
5. Акты освидетельствования участков сетей инженерно-технического обеспечения.
6. Замечания застройщика, технического заказчика, лица, ответственного за эксплуатацию здания, сооружения, или регионального

оператора, привлекаемых ими для проведения строительного контроля.

7. Основной комплект рабочих чертежей по маркам со штампом «В производство работ».

8. Исполнительные геодезические схемы (чертежи), выполненные на основании рабочей документации.

9. Исполнительные схемы (чертежи) результатов работ и профили участков сетей инженерно-технического обеспечения.

10. Результаты экспертиз, обследований, лабораторных и иных испытаний выполненных работ, проведенных в процессе строительного контроля.

11. Документы, подтверждающие проведение контроля качества и входного контроля применяемых стройматериалов, изделий, конструкций и оборудования.

Важной частью исполнительной документации выступают журналы выполняемых работ, где в общем журнале (главном) фиксируются все участвующие в строительстве лица, перечисляются и детально описываются выполняемые работы, заносятся сведения о проведенных контрольных процедурах, имеющихся замечаниях и факты их устранения.

Не менее значимыми являются и акты, подтверждающие освидетельствование ключевых конструкций и скрытых работ.

Акты отражают эксплуатационную пригодность конструкций и являются гарантом того, что скрытые работы не повлияли на безопасность объекта. Так называются процедуры, качество которых довольно сложно проконтролировать на дальнейших этапах строительства (например, арматурные конструкции, залитые бетоном).

Комплект исполнительной документации должен включать геодезические документы, которые представляют собой схемы, составляемые при мониторинге геометрических параметров объекта и его отдельных элементов. Исполнительная документация разрабатывается на основе Градостроительного кодекса РФ [5], нормативно-правовых актов и технических регламентов. При этом состав исполнительной документации для каждого вида работ и объекта индивидуален и чаще ее подготавливает инженерно-проектировочный отдел заказчика или инженеры на аутсорсинге.

В ходе оформления геодезических документов проверяется разбивочная основа (включающая оси постройки), горизонтальность и вертикальность обособленных частей строения, и иные показатели.

Ростехнадзор утвердил требования к исполнительной документации в строительстве, которые отражены в ГОСТ Р 70108-2022 [4].

Проанализировав требования ГОСТ Р 70108-2022 [4], можно выделить следующие основные правила и требования:

- обязанность ведения документации лежит на лице, проводящем строительные работы;

- форма ведения документации по умолчанию в виде электронного

документооборота;

- акты освидетельствования скрытых рабочих процессов должны оформляться только в соответствии с утвержденными бланками (исполнительная документация в строительстве - образец на сайте Госнадзора);

- в наборе рабочих чертежей должны присутствовать записи ответственных лиц о рабочих процессах, выполненных по чертежам, а также данные об их полном соответствии графической документации;

- до итоговой проверки объекта надзорными структурами, документация должна храниться у застройщика, на время проведения она передается проверяющим органам, после получения положительного заключения о степени соответствия объекта строительным нормам и правилам, вся документация переправляется заказчику на постоянное хранение;

- при утрате исполнительной документации структурами Госстройнадзора выдается разрешение на проведение обследования здания для проверки соответствия техрегламентам и проектной документации. При получении положительного заключения восстановление утраченных документов не требуется.

После оформления, исполнительная документация должна быть подписана лицами-представителями различных подразделений:

- заказчиком строительства или застройщиком;

- организацией, разработавшей документацию;

- компанией, отвечающей за использование инженерно-технических сетей;

- установленными контрольными и надзорными структурами.

Документация в обязательном порядке должна оформляться включительно на всех этапах строительного процесса — от геодезической разбивочной основы, заканчивая приемкой объекта в эксплуатацию [3].

Процесс формирования и ведения актов и другой исполнительной документации в электронном виде заключается в заполнении информацией определенных форм актов и другой исполнительной документации, а также в заверении этой информации собственной ЭП соответствующими уполномоченными представителями участников электронного взаимодействия. Заполнение актов и другой исполнительной документации осуществляется посредством системы на основании записей в ЭОЖР и ЭСЖР по факту выполнения СМР, проведения строительного контроля, испытаний строительных конструкций, инженерных систем и сетей.

По результатам проверки проектов актов и соответствующих приложений к ним, а также другой необходимой для проверки актов исполнительной документации участники электронного взаимодействия могут выразить свои замечания и предложения. Замечания и предложения, выявленные в процессе проверки проектов актов, формируют непосредственно в системе с подписанием ЭП либо загружаются в систему в виде электронного документа, подписанного ЭП, или в виде электронного образа документа. Далее

ответственным лицам необходимо исправить несоответствующие акты по результатам проверки до фактического освидетельствования скрытых работ, ответственных конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения или перенести дату освидетельствования с последующими действиями.

Контроль процессов формирования и ведения исполнительной документации в электронном виде осуществляют:

- уполномоченный представитель застройщика (технического заказчика) по вопросам строительного контроля, специалист по организации строительства;

- уполномоченный представитель ЛОС по вопросам строительного контроля, специалист по организации строительства.

Передача исполнительной документации в электронном виде выполняется застройщиком (технический заказчик) после завершения строительства. Застройщик передает эксплуатирующей организации ЭОЖР, ЭСЖР, акты и другую ИД.

Передачу эксплуатирующей организации документации в электронном виде, осуществляют посредством программных и технических средств на физических носителях или с помощью сети Интернет или Рунет. Эксплуатирующая организация хранит полученную документацию в электронном виде с ее дальнейшим использованием в процессе эксплуатации и сноса ОКС.

Сбор и оформление исполнительной документации — это трудоемкий процесс, который требует времени и большого количества задействованных лиц. В среднем подготовка пакета по выполненному этапу может занимать 2−3 недели, а ее согласование и подписание может растянуться еще на столько же времени или даже больше.

При переходе в цифровую форму подготовка и подписание аналогичного пакета документов может сократиться до нескольких дней.

Экономия времени достигается в результате:

1. Уменьшение ошибок - главная проблема при подготовке исполнительной бумажной документации — это человеческий фактор. Вот наиболее типовые:

– некорректно рассчитали объемы выполненных работ;

– указали неверные сроки и состав работ;

– использовали устаревшие чертежи и исполнительные схемы;

– потеряли часть оригиналов документов или забыли вовремя их запросить;

– забыли вложить в пакет часть документов;

– ошиблись при распечатке, оставили часть листов на принтере, и др.

При правильной организации работы в цифровом виде, такие ошибки исключаются. Часть документов создается и заполняется автоматически.

2. Упрощение процедуры - процесс подготовки исполнительной

документации становится максимально прозрачным и понятным для всех участников строительства. Документацию намного легче проверить, так как можно быстро просмотреть все связанные электронные документы и найти первоисточник, на основании которого был создан тот или иной документ.

3. Прозрачнее контроль - если вести исполнительную документацию в электронном виде, заказчику легко контролировать план освоения денежных средств, видеть опоздания по приемке, видеть количество замечаний и предписаний со стороны строительного контроля. А после внедрения электронных журналов работ пользователь сможет контролировать работу подрядных организаций онлайн практически на ежедневной основе.

4. Быстрее оплаты - электронная исполнительная документация ускоряет все документальные процессы, в том числе и финансовые. На практике период от начала подготовки исполнительной документации до получения оплаты от заказчика при хорошей платежной дисциплине сокращается в несколько раз.

Основными минусами ведения исполнительной документации в электронном виде в строительстве являются:

– необходимо выбрать и внедрить софт для ведения и согласования исполнительной документации в электронном виде;

– необходимо закупить ЭЦП на всех сотрудников с правом подписи;

– обучить специалистов и внедрить новые процессы.

Наибольшую сложность вызывает именно последний пункт, так как уровень цифровой зрелости среди участников строительства имеет большой разброс, особенно у небольших подрядных организаций [3].

На текущий момент, один из самых проработанных ИТ-продуктов на рынке в сфере строительства является ЦУС (Цифровое управление строительством). Он входит в перечень рекомендованного ПО Минстрой РФ [3].

Основные шаги создания исполнительной документации в электронном виде с самого начала на примере цифровой платформы ЦУС являются:

Шаг 1. Создание проекта - каждый новый объект заводится в систему и создается карточка объекта (Рисунок 1).

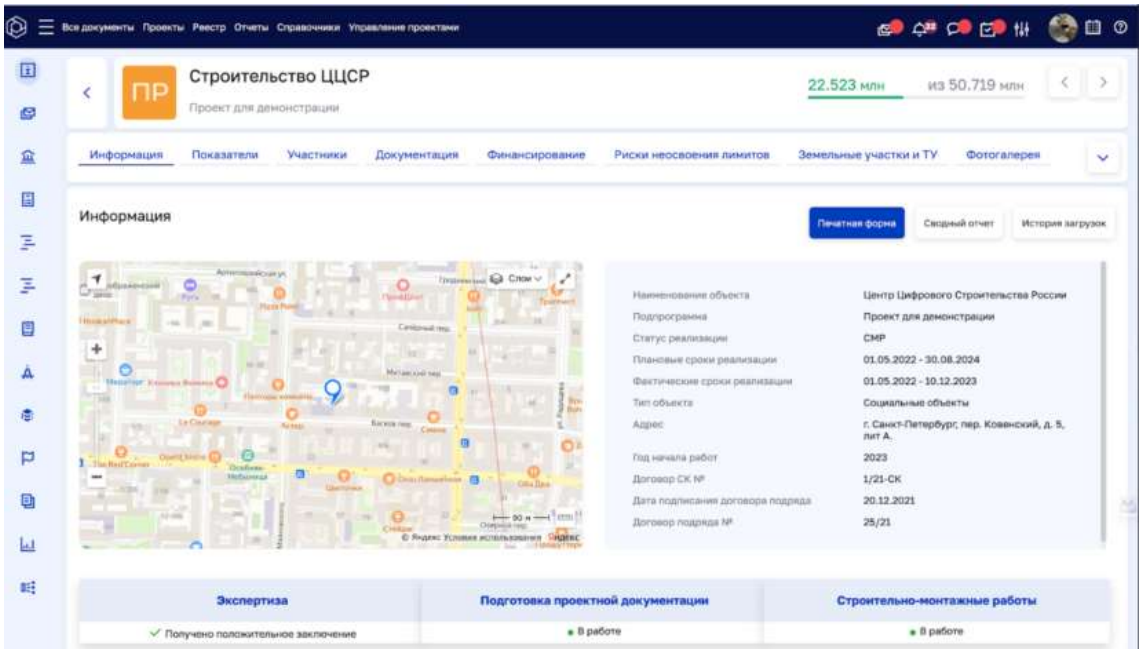


Рисунок 1 – Карточка объекта цифровой платформы ЦУС

Далее проводится организационное собрания, на котором должны присутствовать:

– заказчик;
– генподрядчик;
– проектировщик;
– представитель строительного контроля;
– субподрядчики.

Затем настраивается информационная модель - структура базы данных, в которой далее будут храниться все документы.

Наполнение информационной модели начинается с модуля ПИР (Рисунок 2).

Далее все разделы проходят процесс согласования, подписания, а в дальнейшем и выдачи в производство работ прямо в системе.

После проставления штампа «в производстве работ» инженеры на площадке смогут сразу увидеть этот раздел документации.

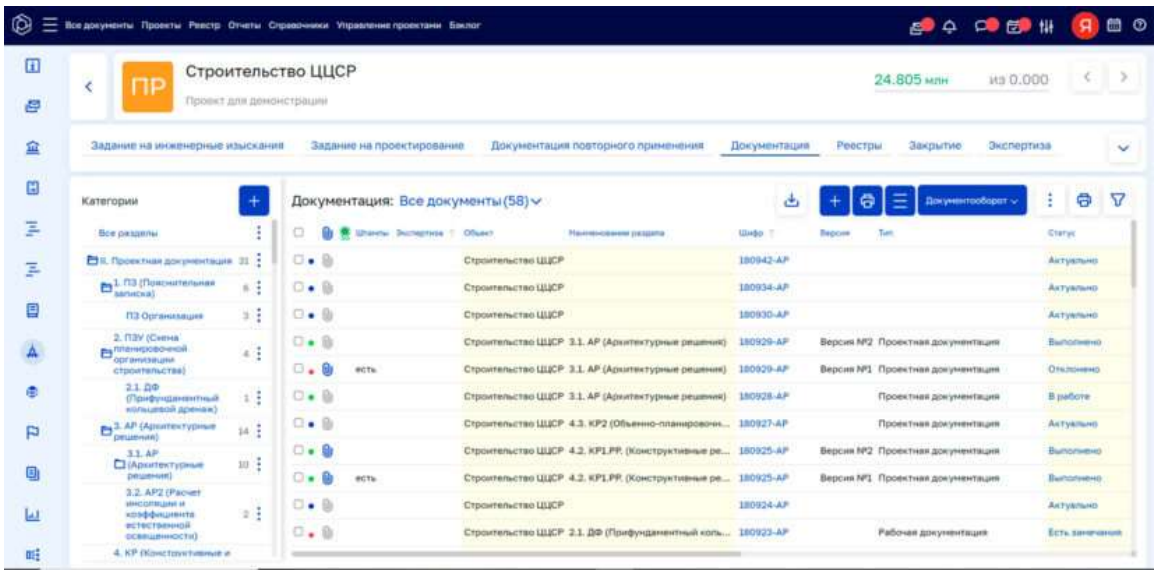


Рисунок 2 – Модуль ПИР цифровой платформы ЦУС

Шаг 2. Загрузка смет - сметы можно загрузить в формате XML, GGE или с помощью шаблона в Excel. Прямо в модуле можно ввести индексы, указать коэффициенты и дополнительные затраты (Рисунок 3).

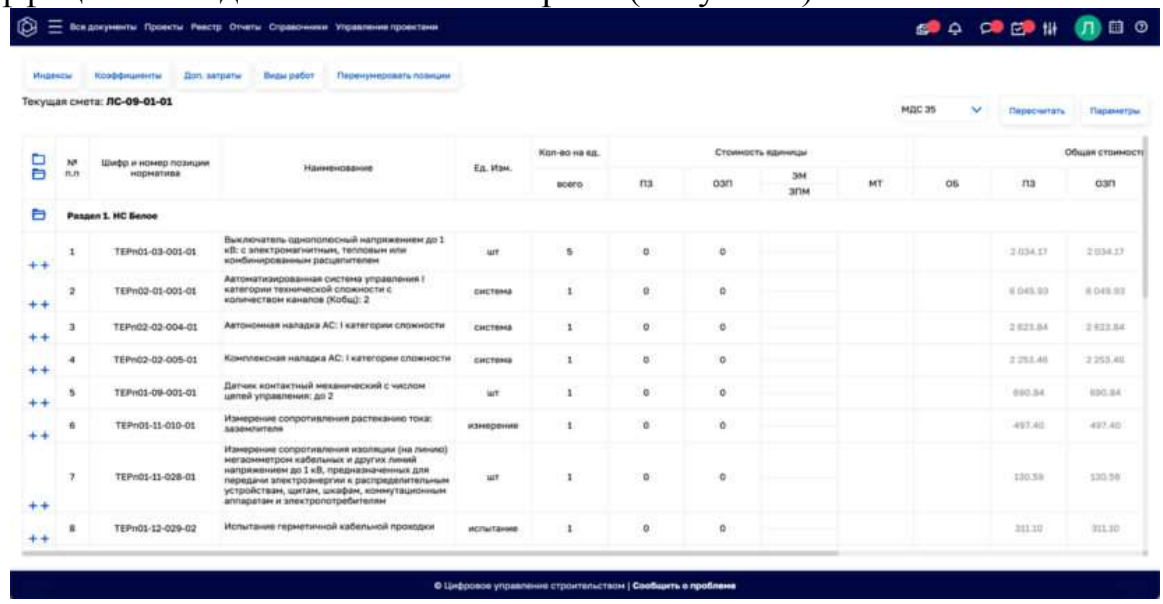


Рисунок 3 – Первоначальная структура, индексы, строки цифровой платформы ЦУС

Шаг 3. Создание ГПР - На основе ранее загруженных смет можно автоматически сформировать ГПР. Для назначения сроков производства работ предусмотрен удобный графический редактор в виде диаграммы Ганта и с функциями, аналогичными MS Project (Рисунок 4).

Для создания графика пользователь нажимает кнопку «Заполнить из смет», и тогда формируется структура будущего графика производства работ. К каждой позиции специалист может проставить плановые даты производства работ.

Подрядчики будут вносить фактические даты и объемы работ,

выполненных на объекте. На их основании можно будет сформировать КС-2 и КС-3.

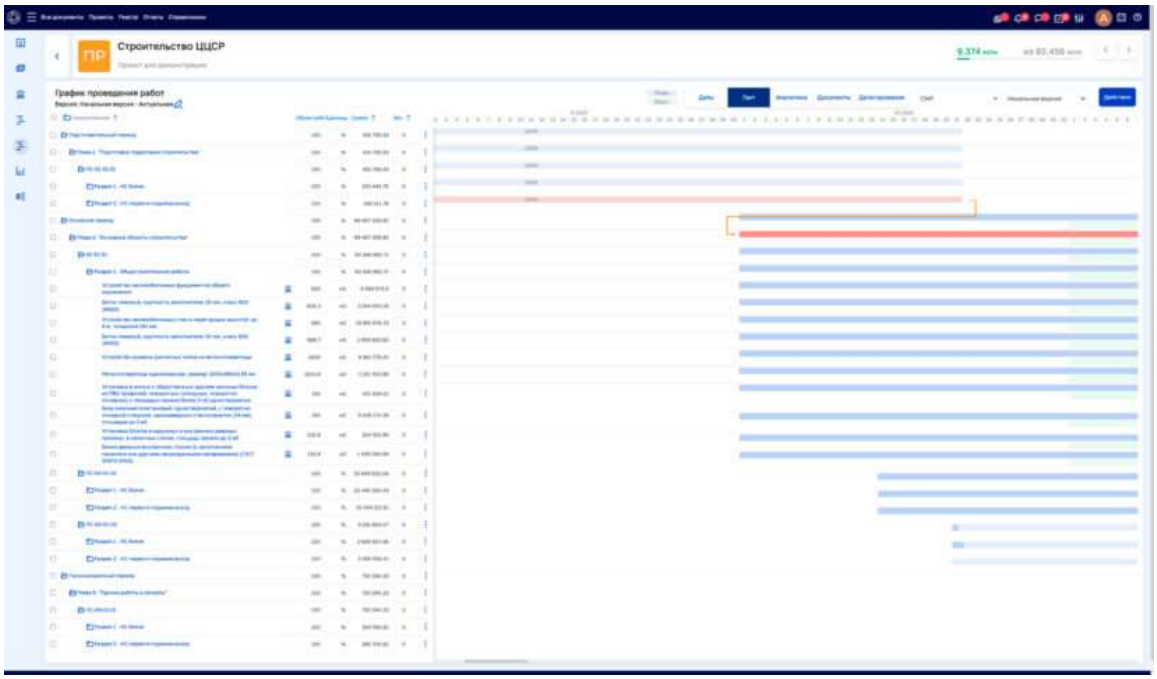


Рисунок 4 – График производства работ цифровой платформы ЦУС

Шаг 4. Ведение строительного контроля - ведение исполнительной документации в электронном виде дает ряд преимуществ при проведении строительного контроля. Не нужно тратить время на оформление предписаний и актов проверки. Специалисту стройконтроля достаточно приехать на площадку, войти в систему с мобильного устройства и начать проверку.

При выявлении недостатков на площадке он заходит в систему, нажимает действие «Добавить недостаток» — либо выбирает типовой недостаток из списка, либо вносит запись вручную, если шаблон для него не предусмотрен. Он вносит недостатки, нажимает «Завершить».

В системе автоматически формируется предписание и акт проверки. Ответственный за устранение получает уведомление.

Подрядчик, ответственный за устранение, нажимает у недостатка «Создать акт устранения». Печатная форма акта заполняется автоматически. Ответственному нужно заполнить поле о предпринятых мерах по устранению и прикрепить файлы или фотографии, которые подтверждают, что недостаток действительно устранен. Дальше нажимает «Сохранить» и ждет, пока инженер стройконтроля примет устранение недостатка.

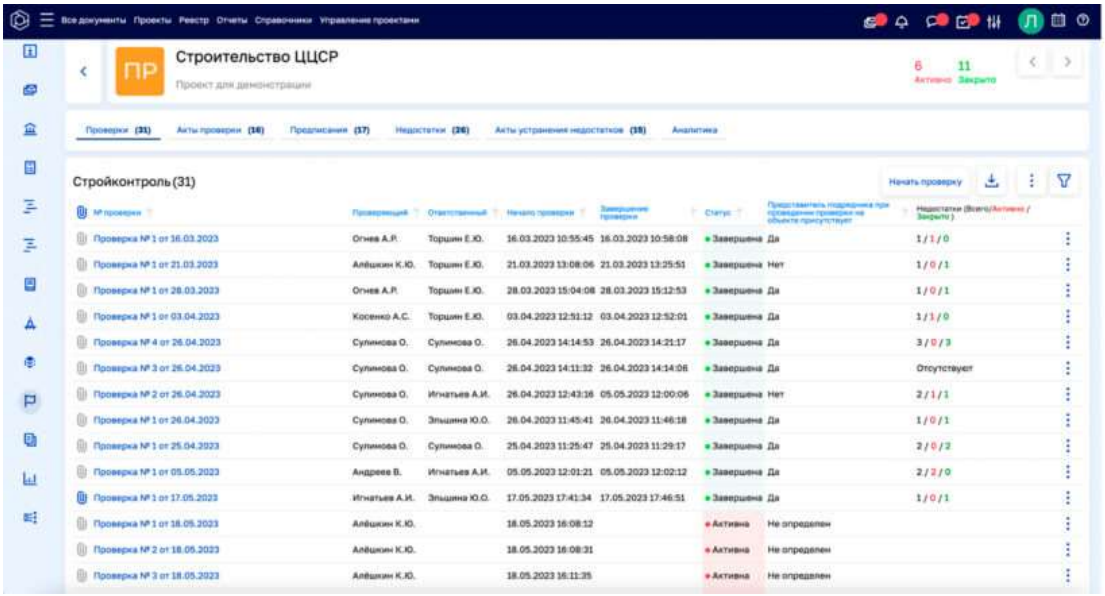


Рисунок 5 – Модуль строительного контроля цифровой платформы ЦУС

Шаг 5. Подготовка пакета исполнительной документации.

Журналы - подготовка пакета исполнительной документации начинается с того, что подрядчик регулярно вносит записи в общий и специальные журналы работ, в которых ведется учет выполненных работ, качество и количество полученных материалов и оборудования, сведения о проведении строительного контроля и др.

Акты выполненных работ - на следующем этапе, когда уже сформирован журнал входного контроля и общий журнал работ, можно создать акты выполненных работ.

В ЦУС можно выделить в журнале работ конкретные записи, и через «Создать на основании» автоматически сформировать акт с уже указанными датой, наименованием работ и заполненной информацией по ответственным лицам. Так вероятность ошибок при переносе записей практически отсутствует.

В системе есть возможность построить связи между записями журналов, актами и др. Мы можем сразу прикрепить сертификаты, которые пришли вместе с материалами, а также протоколы проведенных испытаний, исполнительные схемы и другие документы.

В результате к одному акту прикладывается большой пакет документов, а таких актов в процессе строительства оформляется большое количество. ЦУС помогает структурировать всю документацию и налаживает непосредственные связи между актами и работами.

После того как сформированы журналы и акты, создается реестр. Раньше его нужно было создавать вручную: все акты прописываются по номерам, все исполнительные схемы, все протоколы испытаний и сертификаты. В ЦУС пользователь просто отмечает документы, на которые формируется реестр.

После составления комплекта исполнительной документации в системе создается возможность скачать ее архивом или в виде единого pdf-файла.

Сметчики или специалисты ПТО заходят в систему и формируют КС за определенный период. Автоматически подтягиваются все объемы и суммы. Также есть возможность прикрепить ИД при помощи реестра, чтобы при приемке работ специалисты сметно-договорного отдела могли сразу посмотреть, на какие из указанных работ составлена исполнительная документация. Также можно проверить статусы согласования документации и наличия к ней замечаний.

Шаг 6. Подписание и согласование исполнительной документации с помощью ЭЦП - на всех этапах возможно промежуточное согласование документов с последующим подписанием его с помощью ЭЦП. Таким образом увеличивается прозрачность всего процесса.

Самый большой плюс - это экономия времени. Не нужно тратить время на логистику с бумажными документами. Можно удаленно попросить поставить подпись и даже скинуть ссылку на документ. Человек просто вставляет флешку в компьютер и нажимает «подписать».

Если документ уже подписан, его нельзя отклонить без веских на то причин. Подписанные документы хранятся в TrustDoc — юридически значимой системе электронного обмена документами. Документы сложнее аннулировать, а вся история их согласования и подписания сохранится в системе.

Таким образом формирование исполнительной документации ускоряет процесс документооборота, обеспечивает сохранность и своевременность подписания документации. Что в свою очередь увеличит эффективность строительства и повысит организационно-технологическую надежность. Однако актуальным остаётся необходимость разработки соответствующих актуальных электронных форм документации и программного обеспечения. Особенно важным представляется формирование исполнительной документации не только в составе информационной модели, но и на основе цифровой информационной модели.

Список литературы

1. Об утверждении состава и порядка ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства: приказ М-ва строительства и жилищно-коммунального хозяйства российской федерации от 16 мая 2023 г. № 344/пр // Официальное опубликование правовых актов. – 2023. – 01 июня – 4-10 с.

2. РД 11-02-2006. Требования к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требования, предъявляемые к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения: Руководящие документы: дата введения 26.12.2006 / Ростехнадзор – Москва: Росиздат, 2006. – 1 с.

3. Исполнительная документация в электронном виде или в бумажном: в

чем разница и как реализовать на практике // academy.tsus.ru - информационный портал: сайт – URL: https://academy.tsus.ru/ispolnitelnaya-dokumentacziya-v-elektronnom-vide-ili-v-bumazhnom-v-chem-raznicza-i-kak-realizovat-na-praktike/ (дата обращения: 26.12.2023).

4. ГОСТ Р 70108-2022. Документация исполнительная. Формирование и ведение в электронном виде: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 01.01.2023 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии – Изд. официальное. – Москва: Российский институт стандартизации, 2022. – 4-11 с.

5. Градостроительный кодекс Российской Федерации : Федеральный закон № 190-ФЗ [принят 22 декабря 2004 г. : в ред. ред. от 25 декабря 2023 г.] // Собрание законодательства РФ. – 2004. – № 18.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВЫСОТНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Горина Д.Н.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Высотное строительство является в настоящее время уникальными как с точки зрения конструкций, так и с технологий возведения здания, а также эксплуатации и обеспечения их безопасности. При этом в условиях высокой плотности застройки характерной для больших городов, часто строительство высотных зданий является единственным возможным вариантом решения проблем архитектурной и технико-экономической привлекательности здания.

Высотное строительство на сегодняшнее время – сложный комплексный процесс, который включает в себя изыскательские, проектные, организационные, строительно-монтажные и другие виды работы, координацию действий множества вовлечённых в строительный процесс участников, оперативное решение проблем, вызванных действием непредвиденных факторов и обстоятельств и пр. Взведение таких объектов осуществляется в условиях жесткой конкуренции и находится под воздействием различных внешних и внутренних неблагоприятных факторов.

Для того, чтобы успешно осуществлять на рынке свою деятельность, застройщики должны применять в работе наиболее эффективные строительные методы и технологии производства работ, а также стройку организовывать таким образом, чтобы в заданные сроки обеспечить реализацию строительного проекта, в рамках установленного бюджета с нормативным/проектным качеством, что не всегда, получается, достичь при осуществлении крупных строительных проектов, к которым относятся высотные здания. В результате возникают нарушения контрактных сроков, стоимости и качества выполнения работ. Поэтому разработка эффективней системы обеспечения календарного планирования строительства высотных зданий на основе ситуационного подхода является актуальной научной задачей, от решения которой во многим зависят как эффективность значительных вложений в проекты высотных зданий, так и технико-экономические показатели построенных и введенных в эксплуатацию объектов.

Строительная отрасль Российской Федерации – динамически развивающийся технико-экономический комплекс, в значительной степени влияющий на социально-экономические условия благоустройства хозяйственной и жизнедеятельности населения страны.

Федеральный орган государственной статистики – Росстат фиксирует следующие ключевые показатели отрасли в динамике десятилетнего периода (2010 – 2023 гг.) по медианному срезу (для всей территории РФ) [1, 2]:

– прирост ввода зданий жилого назначения за исследуемый период составил: 31,6 % по количественному показателю (2010 г. – 217,2 тыс. шт.; 2020 г. – 285,8 тыс. шт.); 48,9 % по показателю строительного объема (2010 г. – 280,8 млн. м3 ; 2020 г. – 418,1 млн. м3); 53,9 % по показателю площади застройки (2010 г. – 72,5 млн. м2 ; 2023 г. – 111,6 млн. м2);

– прирост населения Российской Федерации в исследуемом периоде составил 2,7 % (2010 г. – 142,9 млн. чел.; 2023 г. – 146,7 млн. чел.).

Обозначенные статистические показатели указывают на формирование предпосылок к развитию высотного строительства, что выражается в следующей динамике этажности объектов жилого назначения по параметру строительной площади в динамике десятилетнего периода (2010 – 2023 гг.) по медианному срезу (для всей территории РФ) [1, 2] (рис.1).

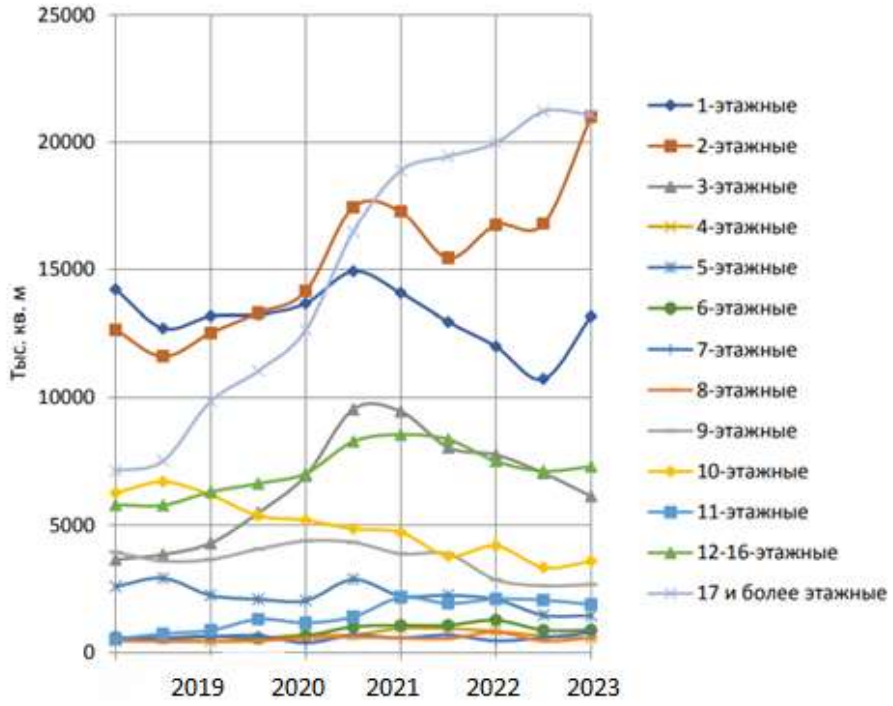


Рис. 1. – Динамика ввода объектов жилого назначения по параметру этажности и строительной площади (тыс. $м^2$) в динамике десятилетнего периода (2010–2023 гг.) по медианному срезу (для всей территории РФ) [1].

Высотность влияет на выбор формы и объемно-планировочного решения здания независимо от его функционального назначения. Высотные здания проектируют преимущественно башенного типа с компактной центричной формой плана. При этом исходят из требования минимального ограничения инсоляции окружающей застройки.

Первые высотные здания появились в США в начале 20 века. В зарубежной литературе к высотным относят здания выше 100 м, а здания выше 300 м называют сверхвысокими. Таких небоскрёбов к 2011 году в мире насчитывалось порядка пятидесяти [2].

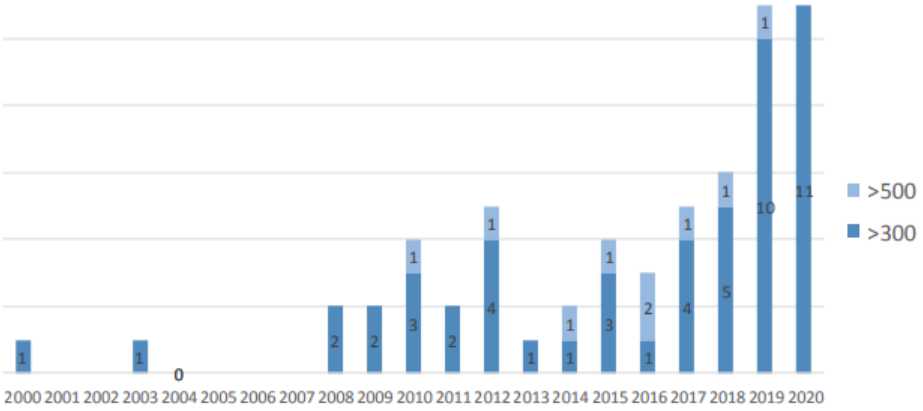


Рис. 2. – Количество возведенных сверхвысоких зданий за рубежом в течение 21 века.

В 21 веке, благодаря развитию технологий, строительство высотных зданий по всему миру интенсивно растет. На рис. 1 приведена диаграмма, из которой видно, что за последнее десятилетие строительство сверхвысоких зданий резко возросло и составило около 50, т.е. столько же, сколько было построено до 2011 года [3].

Россия тоже не осталась в стороне от высотного домостроения. В послевоенные годы было построено 7 знаменитых «Сталинских высоток». Однако, после смерти Сталина, от строительства «высоток» отказались. И только в 21 веке начался бум строительства высотных зданий.

В России, в отличие от других стран, под высотными зданиями принято понимать многоэтажные здания высотой более 75 м (25 этажей и выше).

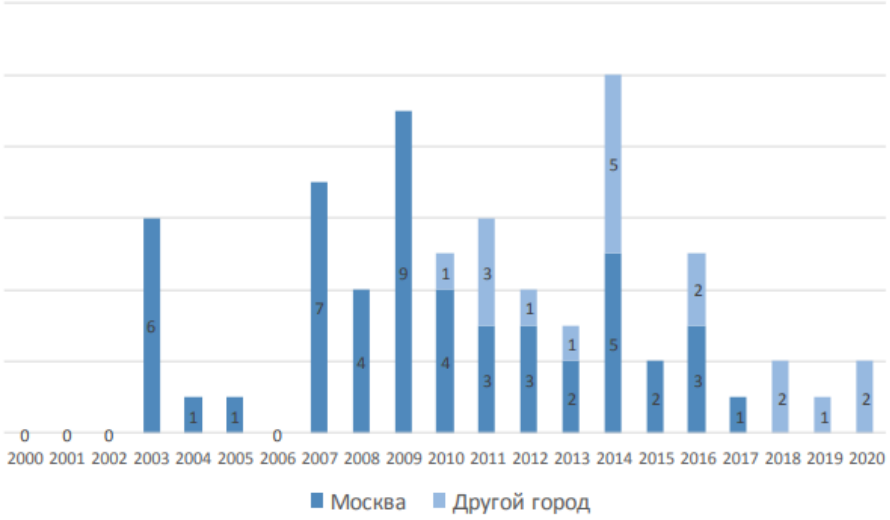


Рис. 3. – Количество возведенных высотных зданий в России в 21 веке.

На рис. 3 показана динамика строительства высотных зданий в России в 21 веке, которая наглядно демонстрирует, что до 2010 года самые высокие здания строились в Москве, а позже их стали возводить и в других городах, таких как: Екатеринбург, Грозный, Самара, Саратов и, конечно, Санкт-Петербург. А вот в Москве последние 3 года высотных зданий не строят [4].

К 4 кварталу 2020 года в Санкт-Петербурге завершены основные строительные работы «Лахта-центра», высотой 462,7 метров, который станет самым высоким зданием в России и Европе. Пока этот титул принадлежит возведенному в Москве «МФК Федерация» (373,3 м) [5].

Достичь таких темпов строительства, а также значительной высоты построенных зданий, стало возможным благодаря использованию новых строительных материалов и технологий в строительстве. Так, например, композитная технология позволяет сократить срок возведения зданий и стоимость работ. Применение композитных материалов позволяет получать преимущества обеих компонентов: высокой скорости сооружения металлических конструкций и высокой огнестойкости бетона [6].

Рис. 4. – Использование материалов при строительстве высотных зданий.

На рис. 4 приведены диаграммы, на которых показано, как изменилась доля различных материалов, применяемых при строительстве высотных зданий в 21 веке.

Именно композитные материалы использовались в «Лахта-центре» в Санкт-Петербурге, из них были спроектированы перекрытия и колонны (металла/бетон в соотношении 60:40). Применение композитной технологии позволяет объединить стальную балку с железобетонной плитой, таким образом, что они работают совместно. Благодаря этому высота этажа и количество используемого металла уменьшается, а эффективность сечения – увеличивается [7, 8].

Изначально высотные здания были средством, демонстрирующим высокий уровень экономического прогресса, объектом, повышающим престиж ведущих и преуспевающих фирм, статус городов, гордым заявлением о мощи и социально-политическом состоянии государства.

Функциональное назначение небоскрёбов в 20 веке было, как правило, специализированным, обычно в высотных зданиях располагались офисы различных фирм и компаний. В настоящее время, функциональное назначение высотных зданий стало значительно шире [9].

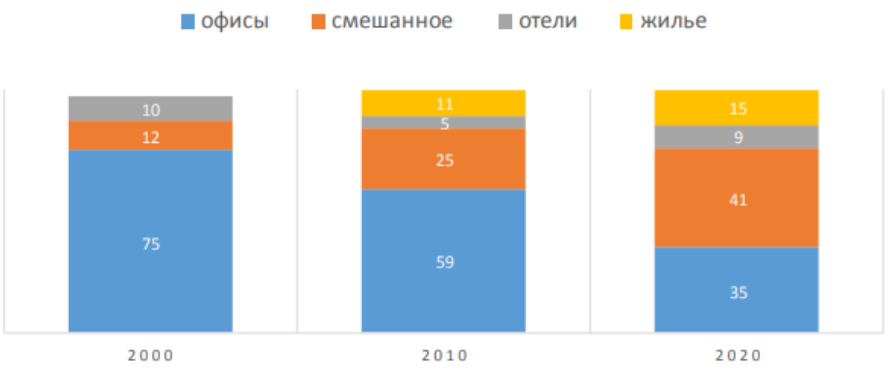


Рис. 5. – Функциональное назначение ста сверхвысоких зданий мира.

На рис. 5 показано, как за последние 20 лет менялось функциональное назначение возводимых высотных зданий. Из диаграмм видно, что использование помещений в небоскрёбах только под офисы уже не актуально. Сейчас все больше акцент смещается в сторону смешанного использования высотных зданий. В них появляются отели и жилые помещения [10, 11].

На примере самых высоких зданий России (см. рис. 6) рассмотрим их функциональное назначение.

– «Город столиц» (2009г.) и «Евразия» (2014г.) используются в основном в качестве офисных зданий (также имеют магазины и апартаменты);

– «Меркурий сити» (2013г.) и «ОКО» (2015г.) предоставляют больше возможностей – офисы, апартаменты, торговые центры, рекреационные зоны.

– «Башни Федерации» (2017г.) - офисы, апартаменты, кафе, смотровая площадка, паркинг, спа, бассейн.

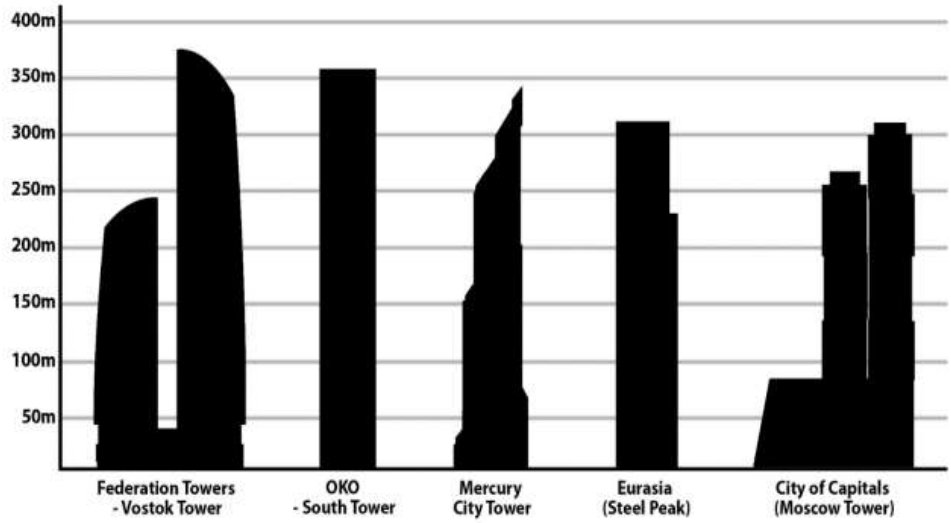


Рис. 5. – Самые высокие здания России.

– «Лахта-центр» (2020 г.) – по задумке, основной объем небоскреба будут занимать офисные помещения. Кроме офисных помещений в здании разместят многофункциональный зрительный зал-трансформер, научно-образовательный центр, планетарий, медицинский центр, спортивный

комплекс, открытый амфитеатр. На высоте 75-76 откроется двухуровневый ресторан.

– «Башня на Набережной» (Москва – 2005г.) используется только для офисов, и самая высокая башня комплекса была намного ниже (268 м) своих современников.

Приведенные примеры наглядно показывают нам, что строительство высотных и сверхвысотных зданий в России и за рубежом интенсивно развивается, а их функциональное назначение расширяется. Использование новых композитных материалов и технологий помогает успешно реализовывать проекты строительства высотных зданий.

Наиболее высокое в настоящее время на территории РФ (в том числе ЕС) высотное здание Лахта-центр (462 м) имеет стволовую систему вертикальных элементов жесткости конструктивной системы (рисунок 6).

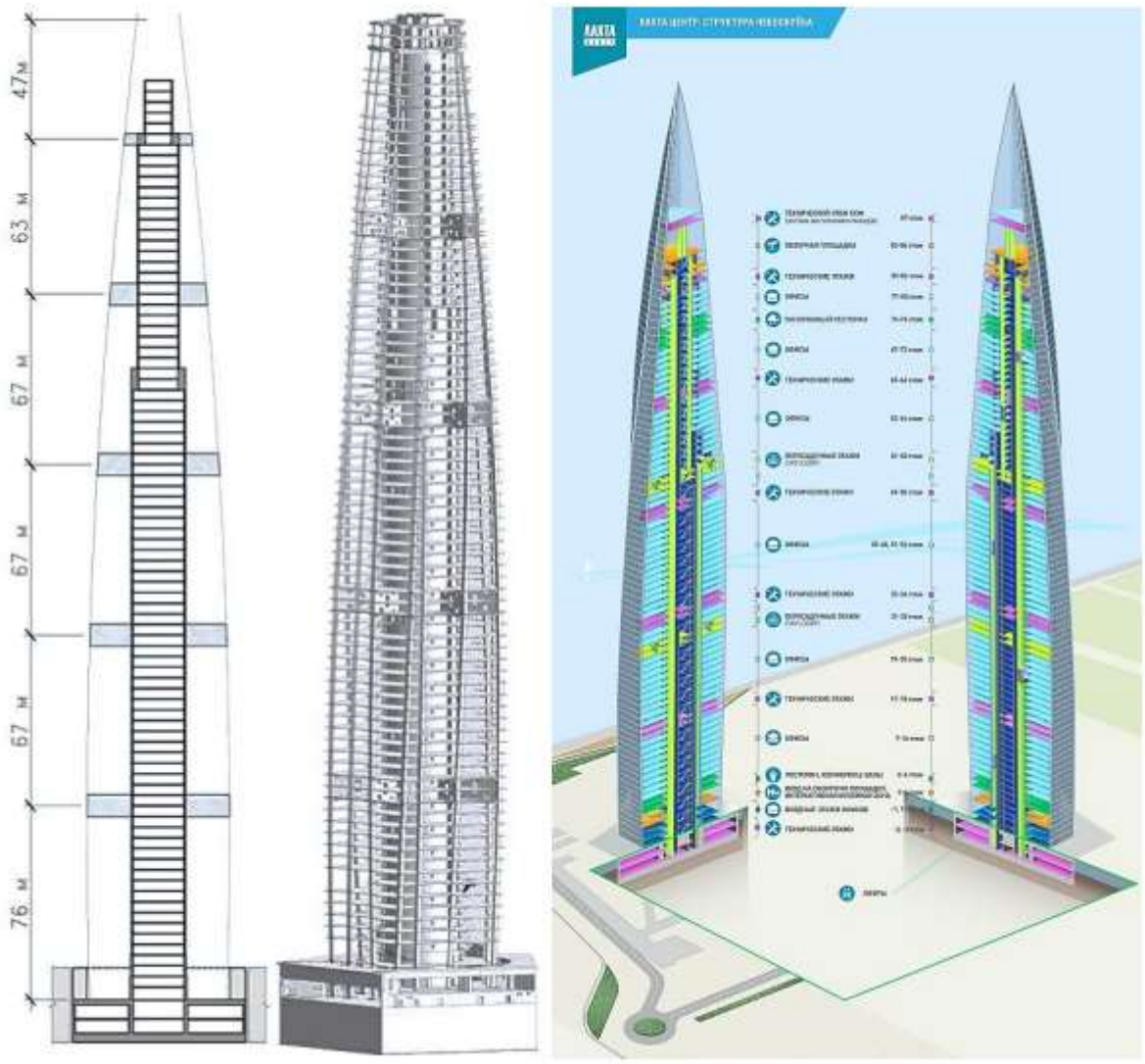


Рисунок 6 – Конструктивная схема Лахта-центр (462 м).

Башня имеет уникальные конструктивные решения. Коробчатый фундамент состоит из трех железобетонных плит, установлен на 264

буронабивных сваи, каждая глубиной 82 м и диаметром 2 м. Пространства между плитами фундамента образуют подземные этажи. Небоскреб имеет железобетонное ядро с высшей степенью огнезащиты, внутри которого находятся технические помещения и зоны безопасности, коммуникации и вертикальный транспорт. Горизонтальную жесткость обеспечивают аутригерные этажи, расположенные через каждые 70 м по высоте. Устойчивость башни должна быть обеспечена даже при удалении 30 % опорных конструкций. В состав башни входят 189 тысяч металлоконструкций и балок перекрытий, но одинаковых – только две. Это объясняется тем, что здание закручивается, и каждое перекрытие отличается от следующего на 3 градуса. Более трети комплекса займут общественные пространства: планетарий, открытый амфитеатр, обзорная площадка, а также универсальный зал для конгрессов, театральных и музыкальных представлений.

Радикальное влияние на устойчивость высотного здания оказывают ветровые воздействия, которые могут вызвать резонансное вихревое возбуждение колебаний. Поэтому при отношении высоты здания к его наименьшему поперечному размеру в плане более 7, горизонтальное сечение существенно развивают (до 40х40; 50х50; 40х60)м в зависимости от высоты. Таким образом, площадь этажа в высотных зданиях колеблется в пределах 2-2.5 тыс. кВ.м. В целях снижения ветровых воздействий проектировщики часто выбирают эффективную в аэродинамическом отношении форму здания цилиндрическую (с кругом или эллипсом в плане), пирамидальную или призматическую (с планом в виде квадрата, прямоугольника или треугольника). В целях повышения устойчивости здания прибегают к расширению его сечения к основанию в одном или двух направлениях.

Весьма эффективная в аэродинамическом отношении пирамидальная форма башни применяется относительно редко, как по объемно-планировочным, так и по конструктивным соображениям. Она не всегда хорошо согласуется с рядом распространенных конструктивных систем и требует поэтажной смены планировочных решений.

Один из последних форумов, посвященных высотному строительству, прошел в Екатеринбурге под названием «100+». В рамках форума были затронуты проблемы экономической целесообразности строительства небоскребов. Участники форума разделились на два лагеря, придерживающиеся противоположных взглядов на строительство высоток. Инвесторы, как заинтересованные сторонники финансовой деятельности, утверждают, что высотные здания могут повысить инфраструктуру городов, занимая престижные территории и используя минимум земного пространства. Небоскребы символизируют интеграцию накопленного опыта и знаний и задают новое очертание национально-культурной архитектуре. Эксперты отмечают тот факт, что в высотных зданиях большой процент территории используется не рационально. В небоскребах больше лифтов, для каждого высотного здания определяется расчетом, и лестничных пролетов в сравнении с

обыкновенным зданием. Соответственно, количество непродаваемых площадей возрастает.

Основные положения работы строятся на идеях и практиках зарубежного градостроительства, подкрепляясь примерами современной российской ситуации.

Высотные здания имеют специфику, существенно отличающую их от традиционных домов повышенной этажности и многоэтажных зданий. К числу основных особенностей высотных зданий относятся:

– значительные величины как статических, так и динамических нагрузок на несущие конструкции и на основания;

– высокое, иногда критическое значение горизонтальных (в первую очередь ветровых) нагрузок;

– проблемы неравномерности как величин нагрузок, так и характера их приложения;

– тщательный подбор материалов конструкций, исключающий раздельную работу элементов конструкций и обеспечивающий однородность физико-механических характеристик;

– повышенная значимость воздействия природных (воздушные потоки, сейсмичность, температура и т.д.) и техногенных (вибрации, аварии, пожары, локальные разрушения) факторов на безопасность строительства и эксплуатации;

– сложные решения внутренних инженерных систем и коммуникаций, сопровождающиеся созданием дополнительных инженерных узлов, что обусловлено высотой здания;

– повышенные требования в вопросах обеспечения комплексной безопасности, включая и пожарную, предполагают использование технических решений качественно иного уровня, влияющие на выбор как объемно-планировочных, так и конструктивных решений.

Выше перечисленные аспекты необходимо учитывать при выборе конструктивной схемы высотного здания и проектировании несущих конструкций.

Классификация конструктивных решений зданий строится по признаку положенной в их основу конструктивной системы. Традиционные: диафрагмовая (стеновая) и каркасная (рамного типа), и активно внедряющиеся в строительство зданий от 25 до 70 этажей ствольная система (преимущественно в ее каркасно-ствольном варианте), а для самых высоких зданий - оболочковая. Конструктивно-технологическая классификация высотных зданий включает три типа строительных систем: с металлическими несущими конструкциями, с монолитными и сборными железобетонными конструкциями.

Основными задачами современного высотного строительства являются: повышение надежности зданий и сооружений; применение передовых архитектурных и конструктивных решений с учетом таких особенностей, как

совместная работа несущих конструкций, очень высокая нагрузка на конструкции, фундаменты и основания, превалирующее значение горизонтальных нагрузок; эффективное использование энергии на отопление и вентиляцию; обеспечение безопасности людей.

Отмечается и ряд проблем. В первую очередь, это несовершенство нормативной документации по проектированию и строительству высотных зданий. Во-вторых, вопрос обеспечения пожарной безопасности. В настоящее время идет активная работа по созданию отечественной нормативной базы по высотному строительству.

Другая проблема – это сложность размещения небоскребов в существующей городской застройке. Большинство городов России имеет сложившийся исторический центр, который совпадает с наиболее удачными местами для строительства высотных объектов. На окраинах городов высотные здания являются менее привлекательными для людей, экономически неоправданными, отсюда возникает сложный выбор [11].

Но, несмотря на проблемы, темпы развития строительства высотных зданий в России растут. Этому содействует развитие материально-технической базы, повышение стоимости городской земли в крупных городах страны, совершенствование существующих и изобретение новых, более эффективных, строительных материалов, конструкций и инновационных технологий, а также использование современных программных комплексов и информационного моделирования в строительном проектировании [12].

В общем и целом, высотные здания являются сложными объектами, комплексно воздействующими на городскую среду. Конечно, у такой типологии есть определенные проблемы, начиная от высокой стоимости строительства и обслуживания и заканчивая возможным негативным влиянием на социальную и экологическую обстановку. Но, несмотря на это, она обладает и своими преимуществами, в число которых можно включить большую вместимость и чрезмерную функциональность.

В связи с чем, отталкиваясь от таких примеров, как Сингапур или Дубай, можно предположить, что, если высокие здания грамотно спроектировать и интегрировать в городскую среду, они смогут эффективно размещать большое количество жителей, одновременно увеличивая взаимодействие, синергию и экономическую активность города. Единственно важным в таком случае представляется качественный расчет на этапе градостроительного проектирования.

В конечном итоге, охватывая современные технологии, местную культуру и контекст, природную среду и экономически эффективные решения, мы сможем создать удобные и практичные города, основной положительный вклад в среду которых будут вносить именно высотные здания.

Список литературы

1. Akinradewo, O. Impact of Construction Project Planning on Contractor’s Profit [Web recourse] : IOP Conference Series Earth and Environmental Science

385:012009 // DOI:10.1088/1755-1315/385/1/012009. – Access mode [site] : researchgate.net, 2021

2. Generalov V.P., Generalova E.M. Vestnik SGACY, Gradostroitel’stvo i arhitektura. 2011. №2. pp. 12-14. 2. Shumejko V.I., Grigoryan M.N. Vysotnoe stroitel'stvo v Rossii [High-rise construction in Russia]. Rostov na Donu: DGTU, 2018, p.15.

3. Loktionova N.M. Kuz'minova I.A. Fomina O.A. Zubkova I.A. Russkij yazyk kak inostrannyj. Vysotnoe stroitel'stvo za rubezhom. Nauchnyj stil' rechi. Professional'nyj modul' «Stroitel'stvo» i «Arhitektura» Rostov na Donu: DGTU, 2018. p.23.

4. Manzhilevskaya S.E. SHilov A.V. Petrenko L.K. Myasishchev G.I. Organizaciya i tekhnologiya stroitel'stva vysotnyh i bol'sheproletnyh zdanij [Organization and technology of construction of high-rise and large-span buildings]. Rostov na Donu: DGTU, 2018. p.11.

5. Rumyancev B.M., Fedulov A.A. Perspektivy primeneniya gipsovyh materialov v vysotnom stroitel'stve [Prospects for the use of gypsum materials in high-rise construction]. Belgorord: 2010. P.18.

6. Nanazashvili I.H., Raskatova N.I. Vysotnoe stroitel'stvo: za i protiv Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka. 2007. №8. p. 79. 7. Nanazashvili I.H., Mirovich M.B. Informacionnyj nauchno-tekhnicheskij zhurnal Stroitel'nye materialy oborudovanie, tekhnologii XXI vek. 2007. №3. p. 98.

7. Umarov A.G., Umarov R.G., Blyagoz A.M. Inzhenernyj vestnik Dona. 2020. №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2020/6491 9. Kryukov K.M., Al'-Tulaihi M. Inzhenernyj vestnik Dona. 2020. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2020/6344

8. Генералов В.П., Генералова Е.М. Проблемы классификации высотных жилых зданий // Вестник СГАСУ, Градостроительство и архитектура. 2011. №2.

9. Строительство Останкинской башни [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://varlamov.ru/98913.html. Наназашвили И.Х., Раскатова Н.И. Высотное строительство: за и против // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2007. №8.

10. Генералов В. П. Особенности проектирования высотных зданий: учеб. пособие. – Самара: Изд-во Самарск. гос. арх.-строит. ун-та, 2009.

11. Потапова Ю. И. Высотное строительство в России – проблемы, задачи и способы их решения // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 6. Исаков А. И. Высотное строительство в России // Синергия наук. – 2016. – № 6.

12. Левада Г. П., Костина Л. К., Тарасов М. В. Определение наиболее рациональной этажности современных офисных зданий // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2015. – Т. 15. – № 2.

ПОЛИМЕРНЫЕ ПОКРЫТИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЯХ

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

В данной статье раскрыт вопрос об устройстве промышленных полов, их особенностей. Надежность промышленных полов зависит от качества проделанных черновых работ. Такой пол выдерживает интенсивную нагрузку, легок в уходе, долговечен.

Ключевые слова: промышленное здание, полимерные полы, условия эксплуатации полов.

Пол в промышленных зданиях постоянно находятся под воздействием различных механических нагрузок. Если полы не будут на них рассчитаны, то вскоре они потребуют капитального ремонта или полной замены. В производственных помещениях постоянно перемещаются грузы и техника, падают тяжёлые предметы, расплёскиваются вода, щёлочи и кислоты, происходит охлаждение до - 50°С и нагрев до +500°С. Именно поэтому при проектировании полов следует уделить особое внимание качеству и состоянию применяемых строительных материалов.

На полу промышленных зданий происходят все технологические процессы. Конструктивные особенности и материал напольного покрытия зависят от разновидности и степени механического влияния и параметров нагрузки, веса техники и груза. Они должны соответствовать общепринятым нормативам, таким как: иметь достаточное сопротивление на изгиб, растяжение и сжатие; быть износостойким, устойчивым к ударам и агрессивным химикатам; быть безопасным для передвигающегося по нему транспорта и т.д.

Полимерные полы используются в различных типах производственных объектов. Данный тип напольного покрытия применяется в цеховых, складских, вспомогательных помещениях – везде, где на большой площади требуется создать прочное, надежное основание, способное выдерживать значительные нагрузки, колебания температур, интенсивную эксплуатацию. Такое основание имеет высокие показатели долговечности и стойкости к действию абразивных компонентов. Его легко ремонтировать, восстановление поверхности допустимо осуществлять по частям, в границах поврежденного участка.

Полимерные полы: разновидности и выбор

Для достижения необходимых параметров полимерного пола необходимо при выборе типа и способа укладки покрытия учитывать следующие аспекты:

- Тип состава. Ассортимент полимерных покрытий насчитывает свыше десяти разновидностей, каждая из которых отличается своими эксплуатационными характеристиками. В отношении

промышленных зданий наиболее распространенными являются следующие модификации:

- Полимербетоны. Отличаются значительной износостойкостью и невысокой ценой, но обладают низкой эластичностью. Это говорит о том, что они могут деформироваться при воздействии на них ударной нагрузки, резкой смене температур. Являются идеальным решением для производственных помещений сферы машиностроения, деревообработки.

- Полиуретановые материалы. Обладают достаточной эластичностью, стойкостью к воздействию химически активных веществ. Рекомендовано применять на предприятиях пищевой промышленности, фармакологических заводах и др.

- Метилметакрилатные составы. Термостойкие, износостойкие, устойчивые к действию реагентов, прочные основания. Выпускаются в широкой цветовой гамме. Из недостатков следует отметить самую низкую среди представленных видов механическую прочность, наличие резкого запаха, который сохраняется до полного застывания пола.

Сфера применения полимерного наливного пола в промышленной индустрии определяется ключевым компонентом смеси. Таким образом их можно разделить на два типа:

1. Полиуретановое покрытие. Используется исключительно в цехах с тяжелым механическим оборудованием: деревообрабатывающая, станко-, машиностроительная промышленность. Данный тип смеси практически не восприимчив в вибрационным колебаниям.
2. Эпоксидное наливное покрытие. Применяется в зданиях пищевого, химического и фармацевтического производства. Главное достоинство эпоксидных смесей в их устойчивости против различных химикатов.

Изготовление: Для начала готовят бетонное основание – очищают и затирают неровности. Затем грунтуют поверхность в несколько слоев интервал как минимум 4 ч. Максимум через 24 ч. выкладывается полимерная смесь, при помощи специального валика. Слоев может быть несколько, главное давать предыдущему засохнуть. Подвергаться нагрузкам он может только спустя 48 ч., а оказывать полное механическое воздействие лишь через 8 дней.

За 72 часа наступает полная химическая стойкость, в это время, полимерное покрытие необходимо защищать от воздействия пыли, агрессивных сред, грязи и значительных механических нагрузок, только в случае соблюдения всех требований полимерные полы будут обладать надлежащим внешним видом.

- Способ укладки. Различают следующие полимерные полы:

- Тонкостенные. Их толщина составляет до 2 мм. Используются в качестве покрытия существующего настила из бетона, придавая ему дополнительную защиту от пыли и малых нагрузок.

- Нивелирующиеся (самовыравнивающиеся). Высота слоя составляет до 4 мм. Раствор скрывает существующие дефекты основания (перепады уровней, трещины).

- Высокого наполнения. Отличаются повышенной прочностью за счет значительной концентрации в покрытии полимерных веществ. Толщина такого слоя может достигать 8-10 мм.

При нанесении полимерного покрытия важно соблюдать следующие требования:

- Отсутствие пыли и прочих загрязнителей.
- Стабильно низкой влажности.

Для соблюдения этих требований рабочие применяют специальную одежду и средства защиты. Качественное покрытие можно получить, только соблюдая все правила устройства.

Образование швов во время нанесение полимерного слоя нежелательно и, чтобы этого не допустить, полимерную смесь необходимо наносить непрерывно, при этом, интервал между нанесением не должен превышать 10 минут. Чтобы нанесение полимерного покрытие прошло благополучно, необходимо заранее проследить, чтобы все используемые инструменты были самого лучшего качества, например, чтобы валик не терял ворс при укладке смеси и не загрязнял покрытие. Нанося покровный слой, необходимо соблюдать все требования изготовителя материала.

Одно из достоинств полимерных полов в том, что из-за достаточно высокой эластичности используемого материала, обновлять деформационные швы, которые могут присутствовать в основании, не нужно, как для других типов полов.

Полимерное покрытие имеет огромные преимущества перед другими способами устройства пола, используя специальную технологию, его можно наносить на поверхности с сильными разрушениями, которые могут достигать от 50 до 70% от всей площади пола, также им можно покрывать старые основания, например, кафельную плитку, мозаичные полы, натуральный камень и прочие, если будут соблюдены все требования по гидроизоляции. В таких случаях применяют стекловолокно, его укладывают на старое основание по всему периметру, с нахлёстом друг на друга по 25-30 миллиметров. В местах, где стекловолокно примыкает к стенам, необходимо оставлять запас в 5-10 миллиметров. После укладки стекловолокна поверхность грунтуется специальными растворами, затем шлифуется и обеспыливается.

При выборе напольного покрытия стоит определиться не только по цене, но и для каких целей будет использовано помещение, насколько необходимо укрепить его основание.

Таким образом, полимерные полы являются самыми универсальными. У таких полов масса преимуществ. Отсутствие швов, монолитность со стенами и основанием **пола**. Высокая адгезия (сцепление) с бетонным основанием. Высокая механическая прочность на сжатие, изгиб и удар.

Эластичные полы хорошо компенсируют вибрации, удары и деформации основания. Химическая стойкость, в том числе к агрессивным химикатам различной природы. Прочность и водостойкость. Они достаточно недавно стали не только популярны при строительстве промышленных зданий, но и для отделки жилых помещений. Все дело в том, что они достаточно хорошо выдерживают различные виды нагрузок, при этом срок эксплуатации достаточно высок и может достигать больше 15 лет.

Список литературы

1. Ищенко И.И. Монтаж стальных железобетонных конструкций. – М.: Высшая школа, 1991. – 287 с.;

2. Теличенко В.И. Технология возведения зданий и сооружений: Учеб. для строит. вузов / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лапидус. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 2004 – 446 с.

3. ГЭСН-2020Государственные элементные сметные нормы на строительные работы и специальные строительные работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://fgisrf.ru/gesn/, свободный.

4. Кузнецова, Е. В. Современные полы промышленных зданий / Кузнецова Е. В. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием), 23-25 янв. 2019 г., Оренбург / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбургский гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург: ОГУ, 2019. -. - С. 362-365.. - 4 с.

ВЛИЯНИЕ СМАРТ-ОКОН НА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЮ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Гунько Н.М.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Жилые помещения расходуют колоссальное количество энергии, при этом главными источниками потребления являются системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC); улучшение энергоэффективности систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха становится главной целью для создания нормального микроклимата[1].

Существенным источником потерь тепловой энергии являются окна, через которые осуществляется отток тепла из помещения, особенно в межсезонье и зимний промежуток времени. В летний период года основным источником энергии является солнечный свет, который поступает через окна, и, часто приводит к повышению температуры в помещении. Для решения этой проблемы нужна разработка новых конструкций окон, которая могла бы регулировать приток энергии летом и потерю тепла зимой[5].

Смарт окна («смарт-окна»)- это окна, покрытые материалами, которые позволяют контролировать поступление солнечной энергии в сооружение при различных погодных условиях. В принципе, «умные окна» подразделяются на два вида: активно динамические и пассивно динамические. Активные динамические «смарт-окна» подстраивают свои характеристики под параметры внешних воздействий окружающей среды, в частности, электричества, механической деформации и химических веществ. Пассивные динамические системы, напротив, реагируют на естественный раздражитель без ввода искусственного внешнего раздражителя. Благодаря автоматической перестройке оптических свойств без активного вмешательства, «умные окна» с пассивными динамическими системами расширяют зону применения в различных областях.

Пассивные динамические «умные окна», также дополнительно классифицируются в соответствии с внешними воздействиями, оказываемыми на них, например: тепла, света и влажности. В результате чего создаются термохромные, фотохромные и влажно-хромные системы[5].

Для фотохромных «смарт-окон» изменение цвета отдельных компонентов стекла, регулируется органическими и гибридными органо-неорганическими красителями, которые активируются с помощью солнечных лучей.

Рассматривая влажностно-хромные «смарт-окна», следует отметить, что они активируются изменениями влажности окружающей среды, что приводит к изменению оптических свойств.

Диапазон температур внешней среды существенным образом влияет на оптические способности термохромных систем. В настоящий момент достигли значительных результатов термохромные «смарт-окна», благодаря их надежности эксплуатации, масштабируемости производства и простоте внедрения. Относительно недавно термохромные плёнки не имели большого спроса и вызывали экономические дискуссии об их целесообразности. Полемика ведется, главным образом, о последних достижениях в области термохромных материалов, таких как диоксид ванадия (VO2), гидрогели и перовскиты.

Для энергосбережения решающее значение имеют три диапазона длин волн: а именно: (i) видимый (380–780 нм), (ii) ближний инфракрасный (NIR, 780–2500 нм) и (iii) длинноволновый инфракрасный (LWIR, 2,5–25 мкм) [2].

Пропускание видимого и ближнего ИК-света (380–2500 нм) контролирует приток солнечного тепла в помещение, в то время как коэффициент теплового излучения LWIR (ε LWIR) доминирует над радиационным охлаждением (RC) холодного космического пространства. Поэтому энергосберегающие «смарт-окна» «умные окна» должны регулировать, как солнечный диапазон (380–2500 нм), так и LWIR. В не которых случаях требуется хорошая видимость на протяжении всего дня, так как «смарт-окна» должны иметь достаточный коэффициент светопропускания (Тлюм), как в теплое, так и в холодное время года. Если энергосбережение главная цель, то «смарт-окна» должны обладать низким коэффициентом пропускания солнечной энергии (Тсол) и высоким ε LWIR летом, чтобы уменьшить приток энергии через оконную раму в зданиях. И наоборот, зимой предпочтительнее высокая Тсол с низким ε LWIR, чтобы обеспечить приток тепла и подавить RC.

Хромогенное энергосберегающее «смарт-окно» одно из важнейших направлений исследований, так как оно позволяет регулировать Тсол при получении стимулов. Хромогенные энергосберегающие «смарт-окна» можно разделить на несколько групп в зависимости от того какие стимулы на них будут оказываться: термохромные, электрохромные, фотохромные и т.д. Из хромогенных способов термохромный является наиболее низко затратным и стимульно-рациональным из-за его пассивных и нулевых энергетических расходов. Хотя хромогенное «смарт-окно» показало многообещающее Δ Тсол, а при применении низкоэмиссионного покрытия, оно все еще далеко от идеального «смарт-окна», поскольку конструкция обычного хромогенного «умного окна» не учитывает эффект регулирования ε LWIR .

Между тем, RC — это метод, позволяющий самостоятельное охлаждать поверхности, излучающие LWIR в холодное космическое пространство. Этот способ позволяет успешно обеспечивать достаточную мощность охлаждения за счет компонентов LWIR с высоким ε. При этом различные материалы RC используются совместно для охлаждающих поверхностей ткани, конструкционных материалов и энергосберегающими красками. Материалы

RC успешно себя показывают в тропических и субтропических местах. Для других четырех сезонных регионов, компоненты RC с закреплёнными ε LWIR не требуются в местах, где нужда в тепле превосходит потребности в охлаждение. Есть информация, в которой упоминается важность ε LWIR в «смарт-окнах» и случаи регулирования ε LWIR посредством экспериментов.

Однако описанные структуры с регулируемым ε LWIR либо непрозрачны, либо настраивают ε LWIR противоположным образом (т.е. низкий ε LWIR при высокой температуре и высокий ε LWIR при низкой температуре). Для применения «умных окон» требуется структура с термохромными свойствами и благоприятной настройкой ε LWIR [3].

Так же было разработано новое термохромное «смарт-окно» с настраиваемой излучательной способностью (умное окно ТЕТ), которая даёт возможность регулировать, как пропускание солнечной энергии, так и тепловое излучение. Сделанное «смарт-окно» ТЕТ демонстрирует хорошие показания Тлюм — 71,6% при комнатной температуре и способность к солнечной модуляции (ΔTсол) — 50,3%. Также, окно достигло хорошего коэффициента излучения передней стороны (ε Front) 0,95 в теплое время года и низкого ε Front 0,1 в холодное время, благодаря переворачивания оконной панели.

Эмпирические исследования, показывают, что пользуясь стеклянным ящиком с габаритами 30 * 20 * 20 см и беря обычное стекло в качестве эталона, (во время теплого времени года), при демонстрации на открытом воздухе наблюдалось снижение температуры воздуха на ~ 5,4 ° C с годовой экономией энергии на 37,4% в тропическом Сингапуре.

Между тем, в холодное время года «смарт-окно» ТЕТ также эмпирически показало более высокую температуру внутренней поверхности окна (на 4,5°C), чем обычное стекло, и зимнюю экономию энергии на 18,8% в Пекине[4].

Характеристики недавно разработанного «смарт-окна» ТЕТ делают его перспективным способом достижения высокой эффективности энергосбережения в здании, как летом, так и зимой для более динамичной среды в регионах с большим годовым диапазоном температур.

Следует отметить, что материалы, из которых изготавливаются «смарт-окна», имеют разные характеристики. Одним из них является диоксид ванадия, который используется в качестве термохромного материала для «смарт-окно» и позволяет в зависимости от температуры менять характеристики цвета. При высокой температуре материал приобретает металлический окрас, что не позволяет солнечной энергии проникать в жилое помещение и тем самым не повышать температуру в жилом помещении. При низких температурах материал становится прозрачным, чтобы увеличить приток тепла в помещении тем самым оптимизировать систему теплоснабжения. Но у данного материала есть свои недостатки, связанные с тем, что собственная полоса поглощения лежит в видимой области, VO2 имеет

низкий коэффициент светопропускания в полупроводниковом и металлическом состояниях. При этом, модуляция, как правило, ограничена ближней инфракрасной областью, что приводит к низкому ΔTсол. Кроме того, относительно высокая температура перехода BO2 (около 68°C) может потребовать обогрева, что накладывает практические ограничения для использования в зданиях. Не смотря на это, данные проблемы пытаются улучшить следующими способами: добавили новые примеси в материал (такие как W6+, Mec6+ и Nb5+) тем самым уменьшая количество солнечных лучей).

Используется также для производства «смарт-окона» - гидрогель. Сам гидрогель представляет собой сшитые гидрофильные полимерные цепи, которые набухают в воде, но сохраняют определенную структуру. Принцип работы гидрогеля заключается в том, что при нагреве материала связи между молекулами вещества разрушаются, и они начинают хуже пропускать солнечные лучи, а при холодной связи снова образуются, тем самым увеличивается пропускание солнечной энергии. Так же при увеличении частиц гидрогеля можно улучшить его свойства для улучшения пропускания света, но при этом будут ухудшены его свойства при рассеивании лучей, что понизит его эффективность летом, рисунок 1. Данный материал является весьма перспективным из-за его простоты изготовления, что позволит более ускорено реагировать на изменение погоды.

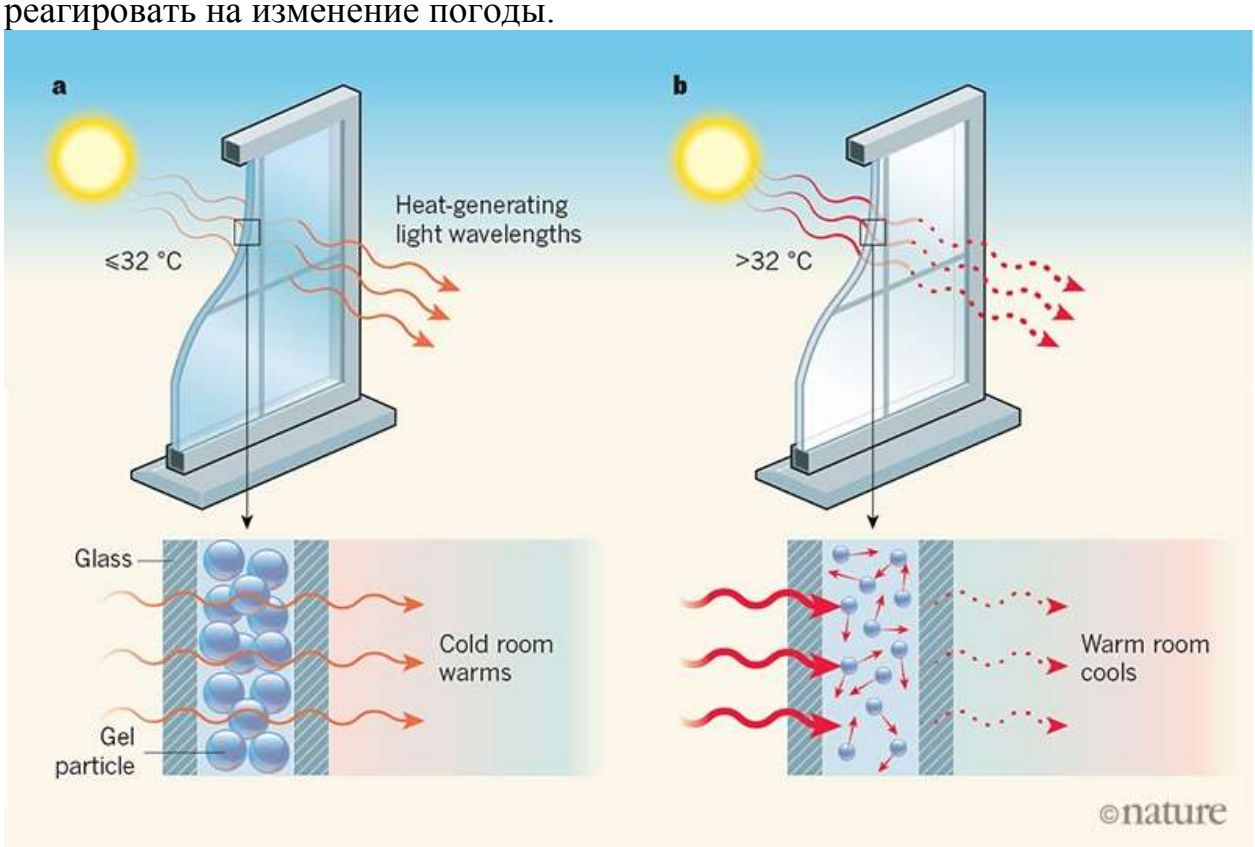


Рисунок 1- Проводимость солнечной энергии через гидрогель

Существует еще и такой материал, как перовскит, который представляет является материалом с общей химической формулой ABX3, где катионы A и B

связаны с анионом X. Принцип материала основан на том, что происходит смена чернил в зависимости от температур. Стандартный цвет материала желты, а когда температура достигает диапазона 25 до 120 °C, то чернила становиться черного цвета.

Не смотря на то, что окна всегда имели большое значение для теплоснабжения жилых помещений, но существенного развития в качестве систем для оптимизации теплоснабжения они никогда не получали. В связи с этим «смарт-окна» являются многообещающим шагом в данной области.

Список литературы

1. E. Commission, Commission welcomes final vote on energy performance of buildings, Available at: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-3374_en.htm, (2018) , Accessed date: 31 May 2018.

2. B.P. Jelle, A. Hynd, A. Gustavsen, D. Arasteh, H. Goudey, R. Hart, Fenestration of today and tomorrow: a state-of-the-art review and future research opportunities, Sol. Energy Mater. Sol. Cell. 96 (2012) 1–28.

3. S. Attia, S. Bilir, C.,S. Safy T, L. R, G. F, Current trends and future challenges in the performance assessment of adaptive facade systems, Energy Build. (2017) 165–182.

4. R. Baetens, B.P. Jelle, A. Gustavsen, Properties, requirements and possibilities of smart windows for dynamic daylight and solar energy control in buildings: a state of-the-art review, Sol. Energy Mater. Sol. Cell. 94 (2010) 87–105.

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

АНАЛИЗ СОСТАВОВ РЕСТАВРАЦИОННЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ НА ОБЪЕКТАХ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Гурьева В.А., д-р техн. наук, доцент, Одинцов А.Р.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Охрана и освоение культурного наследия входит в число приоритетных задач государственной политики всех развитых стран мира. На государственном уровне охраняются как рукописные произведения искусства: картины, книги, архивные записи, так и здания, имеющие архитектурную и историческую ценность. Поэтому ведется активная разработка различных реставрационных составов, которые не только увеличивают конструктивные характеристики здания, но и способны противостоять опасным факторам в процессе эксплуатации конструкций.

Проблемой исторических городов России является сохранение памятников архитектуры 12-18 веков. Стены этих памятников, возведенные как из природного камня (белокаменные), так и из глиняного кирпича, разрушаются под действием воды, выхлопных газов и др. факторов. Подбор состава реставрационных смесей, устойчивых к действию перечисленных факторов, является актуальной задачей и послужил основой настоящего исследования [1].

Выбор материала является одним из важнейших этапов реставрационного процесса, так как имеются многочисленные свидетельства того, что в результате применения неэффективных материалов или неправильной технологии их использования ценнейшие памятники культуры оказались безвозвратно утраченными, либо находятся в аварийном состоянии [2].

При большом разнообразии задач, которые необходимо решать строителям - реставраторам, существуют три альтернативных подхода к выбору материалов:

- материалы, абсолютно тождественные с внешним видом, составом и свойствами материалов подлинника;
- материалы, совместимые с подлинными по виду и по свойствам;
- новые материалы, более прочные и обеспечивающие длительность эксплуатации, отличающиеся от подлинника по составу и по свойствам.

Контроль за выбором и применением материалов осуществляет Государственная инспекция по охране памятников архитектуры.

Важным аспектом при применении реставрационной смеси является удовлетворение конструктивных требований. Рассмотрим данные требования для керамического кирпича:

- пустотелый кирпич - эффективен по теплопроводности и морозостойкости; прочность - не менее 7,5-10 МПа

- полнотелый керамический кирпич - имеет марку по прочности не менее 100 (10 МПа), морозостойкость - не менее 25 циклов замораживания - оттаивания.

Для восстановления незначительно поврежденной кирпичной кладки (неглубокие трещины, солевая и биологическая коррозия) используют штукатурные реставрационные растворы [3,4].

Наиболее широко применяются реставрационные растворы на основе извести и белого цемента, к числу которых относится раствор «ПЕТРОМИКС» ММ-01 на известковом вяжущем.

В данном растворе, вяжущим является гидратированная гашеная известь ($CaO+H_2O=Ca(OH)_2$+15,6 ккал/моль). Растворы на данной извести характеризуются паропроницаемостью, что препятствует скоплению влаги в порах и трещинах кладки, гигиеничностью (предотвращает возникновение солевой коррозии и биоповреждений), высокой теплоизоляцией, требуемой прочностью. Однако растворы на данном вяжущем не рекомендуются к использованию в местах с повышенной влажностью. Это существенно ограничивает область реставрационных работ кирпичной кладки, в том числе для помещений, расположенных ниже уровня цоколя.

В качестве заполнителя в растворе «ПЕТРОМИКС» ММ-01 разработчиками применяется фракционированный кварцевый песок, с максимальной крупностью мелкого заполнителя 2,5мм. Высокое содержание оксида кремния обеспечивает раствору повышенную устойчивость к щелочам и кислотам.

В качестве гидравлической добавки используются доменные шлаки. Данные шлаки отличаются от цемента меньшим содержанием CaO и большим содержанием SiO_2, Al_2O_3. Эти оксиды образуют в шлаке химические соединения: двухкальциевый силикат $2CaO \cdot SiO_2$ (характеризуется вяжущими свойствами), геленит $2CaO \cdot SiO_2 \cdot$ **Al_2**O3 — инертное вещество. В результате резкого охлаждения (грануляции) жидкого доменного шлака получается гранулированный шлак, который, кроме указанных соединений, входящих в состав кристаллической фазы, содержит алюмосиликатное стекло, отличающееся химической активностью. Такая особенность минерального состава доменного шлака в композиции с известью обеспечивает его активность как гидравлического безобжигового вяжущего

В состав растворной смеси вводится пластификатор - диоктиладипинат (HO_2 $C(CH_2)_4$ CO_2 H), который характеризуется наиболее высоким показателем твердости по Шору, способностью увеличивать у раствора при низких температурах повышенную стойкость к изгибающим деформациям и повышение морозостойкости. Также добавляются пластификаторы комплексной структуры на основе лигносульфонатов и формальдегида,

которые увеличивают морозостойкость раствора и его технологические характеристики.

При применении раствора данного состава для фасадных работ, изготовитель рекомендует добавлять в состав фиброволокно. Это позволяет исключить использование кладочной сетки на фасаде здания. Раствор с добавлением фиброволокна характеризуется более низкими усадочными деформациями, вследствие чего в структуре повышается морозостойкость раствора, повышается водостойкость и увеличивается сцепление кладки с раствором.

Для восстановления аварийной кирпичной кладки, которая потеряла конструктивные свойства, используется инъекционный способ восстановления (рис. 1).

Рисунок 1 - Инъекционные работы по восстановлению кирпичной кладки

При грамотном проведении работ, данный способ многократно увеличивает несущую способность кирпичной кладки, ее монолитность, обеспечивает полную гидроизоляцию, что в совокупности определяет длительность дальнейшей эксплуатации кладки.

Для инъекционных работ рассмотрим раствор «Рунит» на основе воздушной извести, включающий активные минеральные добавки, карбонатный наполнитель и функциональный наполнитель.

В качестве вяжущего в данном растворе используется магнезиальная воздушная известь, в составе которой присутствует активный MgO в количестве 5-20 %. При карбонизации воздушной извести выделяется вода, что обеспечивает раствору проникновение под давлением в мелкодисперсные поры, способствуя более высокой степени омоноличивания конструкции и увеличению ее прочностных характеристик [5,6]. Для ускорения твердения, повышения водостойкости и сульфатостойкости раствора производитель

рекомендует при приготовлении раствора добавлять цемент. Также в качестве гидравлических добавок используются доменные гранулированные шлаки, обожженные глинистые материалы и кремнеземсодержащие отходы.

С целью увеличения прочности сцепления керамического кирпича используется наполнитель, в состав которого входят карбонатсодержащие минералы, например мрамор. Его частицы увеличивают сцепление керамических осколков между собой, прочность раствора и в композиции с цементом сокращается период твердения растворной смеси. Причиной химической активности являются присутствующие соединения: гидрокарбоалюминат кальция, гидрокарбонат кальция, гидросульфокарбосиликат кальция. Протекающие вследствии гидратации химические реакции обеспечивают снижение водопоглощения раствора и увеличение его морозостойкости.

Функциональными добавками в раствор могут служить водорастворимые препараты: ВРП-1 и ВРП-Э50 (смесь натриевых солей – продукты -конденсации салициловой кислоты с формальдегидом), монолит М-1 (смесь сульфированных фенолоформальдегидных олигомеров), добавки на основе натриевых и кальциевых солей сульфокислот и цемент. Добавки ВРП-1, ВРП-Э50 и монолит М-1 используются для получения растворов, отличающихся повышенной прочностью.

При производстве инъекционного раствора «ПЕТРОМИКС» IM-01 в качестве вяжущего вместо воздушной извести используется гидратная известь. Важным отличием раствора является время жизни растворной смеси. Вместо 2 - 2,5 часов как у раствора «РУНИТ» на воздушной извести, раствор «Петромикса» имеет удобоукладываемость до 1 часа, требует больше воды для затворения раствора. Вместе с тем, одним из главных преимуществ является более быстрый набор прочности посредством связи гашеной извести и мелкодисперсного карбонатосодержащего наполнителя, безусадочность, повышенная морозостойкость без дополнительных пластификаторов и значительно низкая цена (порядка 35-45%) [7,8].

В ходе разработки состава инъекционного раствора для реставрации кирпичной кладки на объектах культурного наследия авторами статьи исследуется эффективность применения в качестве наполнителя наноразмерных частиц оксида кремния. Выбор материала обусловлен тем, что он нетоксичен, экологический чистый, отличается высокими гидрофильными свойствами. Совокупность данных свойств, высокая удельная поверхность (600 $м^2$/г) и низкий размер средней частицы (20нм) микрокремнезема позволяет предположить возможность разработки состава реставрационного раствора, способного обеспечить максимальное заполнение пор при реставрационных работах. Также следует учесть возможность применения микрокремнезема как в сухом виде (в виде порошка), так и виде гидросмеси.

Таким образом, проведенный анализ составов существующих инъекционных растворов, позволяет сделать вывод о целесообразности

использования при разработке модели иньекционного реставрационного раствора следующих исходных компонентов: воздушная известь и микрокремнезем.

Список литературы

1. Мартынов, В.Д. Композиционный материал для реставрационных работ / В.Д. Мартынов. — Текст : электронный // NovaInfo, 2017. — № 76 — С. 70-74 — URL: https://novainfo.ru/article/14471 (дата обращения: 16.01.2024).

2. Федосеева Т.С. Реставрационные материалы. Курс лекций / Т.С. Федосеева [и др].- М.: Индрик, 2016. – С. 232.

3. Инчик В.В. Микробная деструкция и солевая коррозия кипричной кладки // Вестник гражданских инженеров. – 2018. – № 6. – С. 86-92.

4. Инчик В. В. Высолы и солевая коррозия кирпичных стен / В. В. Инчик. – СПб., 1998. – 324.

5. Ищук М.К. Экспериментальные исследования прочности и деформаций каменной кладки исторических зданий и методов ее усиления. - Москва., 2017.- 218.

6. Ищук М.К. Экспериментальные исследования прочности и деформаций каменной кладки исторических зданий и методов ее усиления. – Москва., 2015.- 183.

7. Касаткин С.П. Высокоэффективный наномодифицированный бетон повышенной прочности и долговечности / С.П. Касаткин, В.Я. Соловьёва, И.В. Степанова, Д.В. Кузнецов, Д.А. Синицын // Нанотехнологии в строительстве. – 2022. - № 14 (6). – С.493-500.

8. Соловьева В.Я. Разработка высокопрочного бетона [Текст] / В.Я. Соловьёва, С.П. Касаткин, И.В. Степанова и др. // Инновационные технологии в строительстве и геоэкологии. Материалы II Международной научно-практической конф. ПГУПС Императора Александра I, каф. «Инженерная химия и естествознание». – Санкт – Петербург 2015. С.23-26.

АНАЛИЗ СТЕНОВЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Гурьева В. А., д-р. техн. наук., доцент, Саридис А. Э.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Керамического кирпича в общем объеме стеновых материалов в России составляет 40% [1]. Его широкое использование в строительстве объясняется повсеместным залеганием сырья и относительно простой технологией, которая имеет колоссальную базовую основу во всех аспектах производства.

Комплексное использование минерального сырья - одна из актуальных задач современной науки и техники. Организация производства строительной керамики на основе побочных продуктов промышленности – является важной и актуальной проблемой.

В последнее время научные исследования направлены на расширение сырьевой базы, повышение качества сырьевых материалов путем их предварительной подготовки, применение модифицирующих добавок и изменения в технологических режимах производства.

Керамика – один из современных строительных материалов, характеризующийся, как достоинствами, так и недостатки. Прочность и длительность эксплуатации, обеспечивают востребованность, этого материала при строительстве и реконструкции объектов различного назначения. Выбор материала устанавливается потребителем, с учетом технологических рекомендаций производителей.

Рисунок 1.1 - Карта-схема расположения ведущих предприятий по выпуску керамики в Российской Федерации

Заводы, обеспечивающие производство керамических изделий, располагаются по всей территории Российской Федерации, следовательно, это достаточно распространенный продукт. Результаты анализа расположения наиболее крупных производств керамических изделий по различным видам материалов представлен на рисунке 1.1.

Использование изделий строительной керамики – кирпича, керамических камней, блоков–обеспечивает зданиям длительность эксплуатации, комфортность и архитектурную выразительность и требуемые физико-механические свойства.

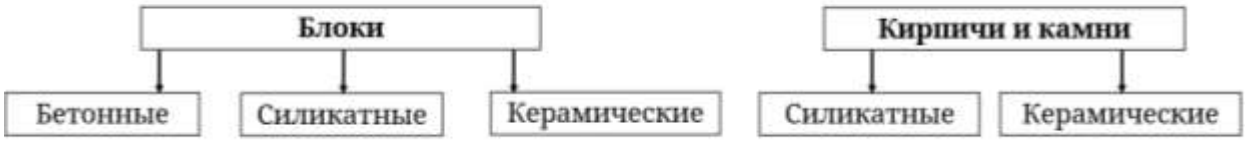


Рисунок 1.2 – Виды строительных стеновых изделий, в зависимости от исходного сырья

Пространство в каркасном сооружении может заполняться различными по виду исходного сырья материалами, их форме (представлен на рисунке 1.2, 1.3) [2].

Рисунок 1.3 – Классификация строительных стеновых керамических изделий, в зависимости от их размеров

Согласно [3] разработана классификация стеновых керамических изделий по следующим основным признакам:

1. В зависимости от места применения:

- Рядовой. Используется для создания тела кладки внутри здания, обеспечивает эксплуатационные качества возведенных конструкций;

- Лицевой. Используется для создания тела кладки наружных ограждающих стеновых конструкций здания;
- Облицовочный. Выполняет две функции: обеспечивает прочность возводимых элементов и декоративную отделку поверхностей. Цветовая гамма отделочных камней разнообразна, что позволяет подобрать подходящий вариант наружной отделки.

2. По назначению:

- Клинкерный. Применяется для строительных работ в условиях агрессивных сред, имеет повышенную прочность и низкое водопоглощение. Для его производства применяется тугоплавкая глина, которая может выдерживать более высокую температуру обжига;
- Огнеупорный, шамотный. Его особенностью является содержание в кирпиче до 70% шамотной глины, которая способна выдерживать температуру 1600°С, без потери прочности и качества материала.

Для применения керамических стеновых изделий важное значение имеет размеры и структура. В таблице 1.1 представлена классификация керамического кирпича с учетом данных показателей [4].

Классификация керамического кирпича по внешнему виду и размерам									
Конструкционный (несущие и ненесущие стены)						**Облицовочный**			
рядовой		**керамические камни**		**керамические блоки**		**лицевой**		**клинкерный**	
одинарный	полуторный	керамические камни	поризованные камни	керамические блоки	поризованные блоки	одинарный	полуторный	фасонный	одинарный

Таблица 1.1 – Классификация керамического кирпича по внешнему виду

Размеры керамических камней и блоков могут отличаться в зависимости от производителя и региона. Размер керамического кирпича нормируется государственным стандартом [3] и выпускается в 3 модификациях:

• одинарный с размерами –250×120×65мм;

• полуторный, имеющий габариты - 250×120×88мм;

• двойной размером - 250×120×138мм.

Структура керамического кирпича во многом определяется происхождением исходных сырьевых материалов для производства керамических изделий – различают 3 типов: минеральные, техногенные, органические (рисунок 1.4).

Рисунок 1.4 – Классификация сырьевых материалов в зависимости от происхождения

Основное свойство, которое определяет принадлежность горной породы к группе глин – это пластичность, а также формировать прочный черепок в условиях обжига под действием высоких температур. Эти два основных показателя обеспечивают следующие достоинства и недостатки глинистого сырья. [5]

Достоинства глинистого сырья:

1. Прочность и морозостойкость: позволяют применять его в районах с разными климатическими условиями;
2. Требуемое водопоглощение: предотвращает впитывание влаги, гарантирует быстрое высыхание после воздействия атмосферных осадков;
3. Огнестойкость определяет устойчивость к воздействию высоких температур обуславливает возможность возводить печи, камины различной конфигурации;
4. Биологическая устойчивость: обеспечивает его способность сопротивляться образованию плесени, поражений грибками различной природы и насекомыми;
5. Вышеперечисленные показатели обеспечивают зданиям, возведенным с применением керамических стеновых изделий, длительность эксплуатации без промежуточного ремонта.

Однако, применение глинистого сырья, как основного в производстве керамических изделий обуславливает и недостатки [6]:

1. Низкая прочность: способен работать на сжатие, однако низкая прочность на изгиб;
2. Высолы в процессе эксплуатации: на поверхности кирпича появляются белые высолы, что портит внешний вид облицовочных изделий и развитие коррозиию;
3. «Капризность» глинистого сырья;

4. Сложность производства;

5. Стоимость: является относительно дорогим материалом, цена выше, чем у силикатного кирпича.

Недостатки глинистого сырья (п. 1-3) могут быть могут быть решены вводом добавок. [7].

Каждому виду продукции соответствует свой режим обжига, что повышает прочность, плотность изделия. Изготовление кирпича ведется в строгом соответствии требованиям [2].

Рисунок 1.5 – Жизненный цикл строительной керамики

Технология производства многоступенчата и включает следующие переделы [8]:

1. Подготовка массы. Глину помещают в дробилку, в которой происходит ее измельчение до кусочков размером менее 1 мм. Влажность глины доводят до значения 20%.

2. Смешивание полученной массы с добавками. Постепенное снижение влажности сырья в зависимости от пластичности глины и способа производства изменяется от 8−12% до 20 %

3. Подача смеси на формовочную линию, где при помощи пресса происходит формирование глиняного бруса или штучных изделий.

4. Нарезка кирпичей стандартного размера из бруса с помощью специальных приспособлений.

5. Сушка изделия-сырца в сушильных камерах при температуре от 70 до 90 ^{o}C. Ее продолжительность может составлять от 18 до 72 часов.

6. Обжиг в печах при температуре от 900 до 110 °C в течение 1,5−2 часов. Плавное снижение температуры до 50 °C.

7. Выгрузка готовой продукции из печи, сортировка, транспортировка ее до мест хранения.

Таким образом, широкий спектр керамических стеновых материалов, обеспечивается действующими предприятиями с учетом индивидуальных особенностей сырья и внедрения эффективных технологических решений, к числу которых относится применение побочных продуктов промышленности. Свойства побочных продуктов определяют эффективность их применения в производстве стеновой керамики и позволяют снизить себестоимость изделий.

Список литературы

1. Роговой, М.И. Технология искусственных пористых заполнителей и керамики: учебник / М.И. Роговой. – М.: Стройиздат, 1074. – 315 с.

2. СП 70.13330.2012. «Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (ред. от 30.12.2020)». – М.: Госстрой России, 2013. – 408 с.

3. ГОСТ 530-2012. «Межгосударственный стандарт. Кирпич и камень керамические. Общие технические условия». – М.: Стандартинформ, 2012. – 39 с.

4. Госин, Н.Я. Производство керамического кирпича / Н.Я Госин, М.А, Соболев. – М.: Стройиздат. –1971.-207с.

5. Христофоров А.И., Влияние структуры керамики на прочностные характеристики керамического кирпича / А.И. Христофоров [и др.] // Строительство и реконструкция. – М.: ООО «ДН-ПРИНТ».- 2011.- № 4.- С. 62 – 67.

6. Альперович, И.А. Способы предотвращения высолов на керамическом кирпиче Текст. / И.А. Альперович // Обзорная информация. – М.:ВНИИ-ЭСМ.- 1993.-Сер. 4.-Вып. 1.-71 с.

7. Вакалова, Т.В. Причины образования и способы устранения высолов в технологии керамического кирпича. / Т.В. Вакалова, В.М. Погребенков, И.Б. Ревва // Строительные материалы. – М.: ООО РИФ «Стройматериалы». - 2004. - №2 (590). - С. 30-31.

8. Кашкаев, И.С., Производство керамического кирпича / И.С. Кашкаев, Е.Ш.Шейман. – М.: Высшая школа. - 1974.-287с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ «ТЕРМОТЕХНИК». ПОВЫШЕНИЕ КПД ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА.

Дашивец Д.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Проблема разработки и усовершенствования котельного оборудования занимает пытливый ум ученых не одну сотню лет. Первые попытки разработки и конструирования систем отопления были предприняты еще в древнем Риме. Спустя несколько столетий, благодаря техническому прогрессу, а в частности, развитию металлургии, появляются первые металлические печи, которые смело можно назвать прямыми потомками современных котлов, а также, достаточно весомые научные наработки для создания централизованного отопления. На сегодняшний день, на выбор потребителей предоставлен широкий ассортимент разнообразных котлоагрегатов. Перед инженерами технологами стоят следующие задачи по модернизации оборудования: максимально снизить количество затрачиваемого топлива, свести к минимуму выбросы вредных загрязняющих веществ в атмосферный воздух, усовершенствовать автономность работы инженерной системы. В наше время одним из самых распространенных видов промышленных котлов являются жаротрубные модели на природном газе или жидком топливе.

Жаротрубные котлы – это безопасное оборудование, обладающее высокой теплопроизводительностью при относительно малых габаритных размерах.

В данной статье предложено рассмотреть сравнительную характеристику жаротрубных и водотрубных промышленных котлов.

Корпус жаротрубного котла имеет практически любую форму, однако наиболее широко распространены цилиндрические корпуса. С фронтальной стороны размещается топочная камера – жаровая труба, с обратной – система дымоудаления (газоход). Процесс горения обеспечивается дутьевой горелкой.

Устройство жаротрубного водогрейного котла отражено на рисунке 1.

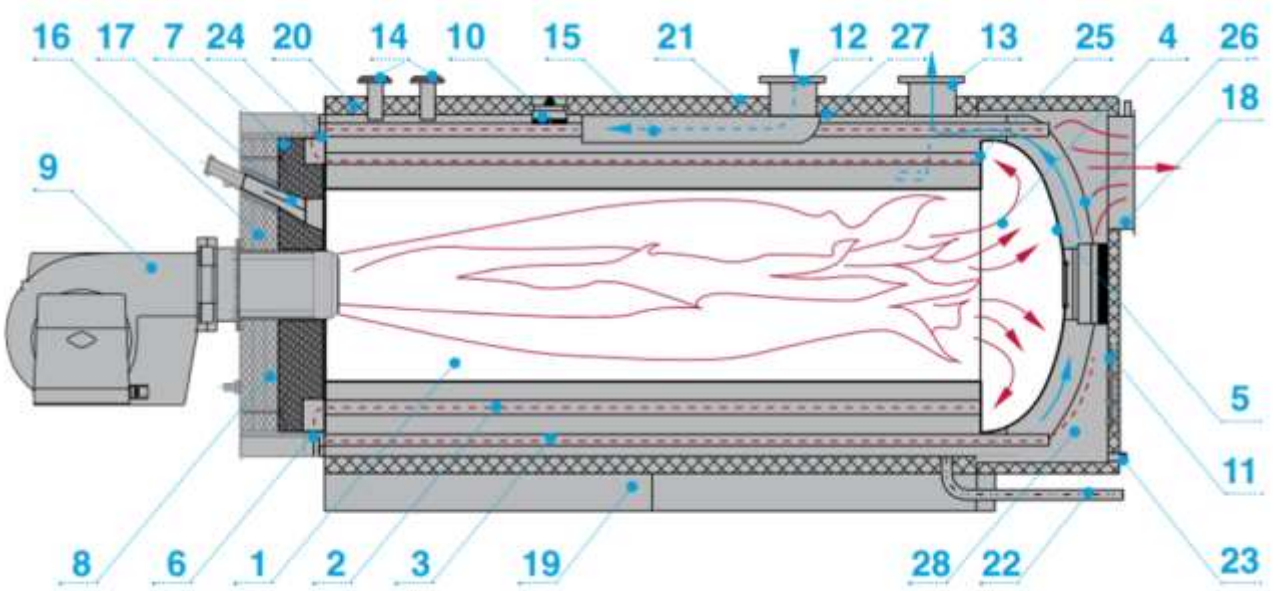


Рисунок 1 – Схема котла «Энторрос» ТЕРМОТЕХНИК ТТ115

1 – жаровая труба; 2 – дымогарные трубы второго хода; 3 – дымогарные трубы третьего хода; 4 – первая поворотная камера; 5 – торосферическое днище поворотной камеры; 6 – вторая поворотная камера; 7 – футеровка фронтальной дверцы; 8 – фронтальная дверца котла; 9 – горелочное устройство; 10 – смотровой люк водяной полости котла; 11 – смотровой люк дымовой коробки; 12 – патрубок входа теплоносителя; 13 – патрубок выхода теплоносителя; 14 – патрубки аварийной линии; 15 – водонаправляющий элемент; 16 – горелочная плита; 17 – смотровой глазок; 18 – патрубок отвода уходящих газов; 19 – стальные несущие опоры; 20 – теплоизоляция котла; 21 – тисненое алюминиевое покрытие; 22 – дренажный патрубок котла; 23 – дренажный патрубок дымовой коробки; 24 – передний фронт (трубная доска); 25 – задний фронт (трубная доска) 26 – торосферическое днище корпуса котла; 27 – обечайка наружного кожуха котла; 28 – дымовая труба.

Над топкой располагаются теплообменники – дымогарные трубы, которые контактируют с дымоотводящим каналом. В целях более эффективного теплообмена дымогарные трубы производятся из труб небольшого сечения.

Промышленные котлы бывают не только жаротрубными, но и водотрубными. В жаротрубных котлах продукты сгорания двигаются внутри труб, охлаждаемых снаружи теплоносителем. В водотрубных котлах теплоноситель движется внутри труб, нагреваемых снаружи дымовыми газами.

Среди преимущества жаротрубных котлов выделяют: простоту конструкции; компактные размеры; легкое обслуживание; относительно невысокую стоимость. Отрицательными качествами же считаются высокие требования по качеству воды, взрывоопасность и значительные аэродинамическое сопротивление.

Водотрубные котлы также обладают своим набором преимуществ. Среди них: быстрый теплообмен; отсутствие жестких требований по воде; относительно малый вес котла; отсутствие опасности взрыва. Если же говорить о недостатках водотрубных котлов, то это, в первую очередь, более сложное техническое устройство, настолько же сложное обслуживание и более высокая стоимость на рынке.

В связи с применением современных решений в области автоматизации регулирования и безопасности в настоящее время серьезных аварий при использовании жаротрубных котлов не происходит. Это связанно с тем, что на жаротрубные котлы устанавливаются помехоустойчивые электродные системы, выполняющие функции регулирования и ограничения уровня воды в котле. Для примера, на водогрейных жаротрубных котлах «Энторрос» ТЕРМОТЕХНИК ТТ115 предусмотрена автоматика безопасности регулирования, обеспечивающая своевременное и автоматическое отключение котла и его элементов при недопустимых отклонениях от заданных режимов эксплуатации. Аварийная остановка котла производится автоматически системой технологических защит или оператором кнопкой аварийного останова. Автоматика котла предназначена для автоматического розжига, контроля основных теплотехнических параметров, регулирования мощности и отключения котла при отклонении контролируемых параметров защиты за пределы допустимых значений с включением при этом звукового сигнализатора и запоминанием первопричины останова. Для повышения КПД водогрейного жаротрубного котла с помощью подогревания воздуха на горение можно использовать систему подачи нагретого воздуха в камеру сгорания. Этот метод позволяет увеличить температуру горения, что повышает КПД котла и эффективность сжигания топлива.

Для осуществления данной системы можно использовать специальные воздухоподогреватели или нагревательные элементы, которые нагревают воздух до нужной температуры перед подачей его в камеру сгорания. Также можно использовать отработанный газ от котла для подогрева воздуха на специальных теплообменниках.

Другой способ повышения КПД котельной и котла можно осуществить с помощью "горячего резерва котла". Это означает, что в случае пиковой нагрузки на котельную, когда требуется большее количество тепла, можно использовать горячий резерв в уже нагретой воде для быстрого удовлетворения потребностей в тепле.

Для этого котельная должна иметь систему накопления горячей воды, которая нагревается в периоды малой нагрузки. Таким образом, когда возникают пиковые нагрузки, котел использует уже нагретую воду из резерва, что позволяет снизить время прогрева и повысить КПД котельной.

Оба эти метода позволяют повысить КПД котельной и котла, что приводит к экономии топлива и, соответственно, снижению затрат на его приобретение. Система подачи нагретого воздуха в камеру сгорания может

быть реализована с помощью различных технических решений. Ниже описаны два варианта наиболее популярных систем.

Прямоточная система: В этом случае нагретый воздух подается непосредственно в камеру сгорания. Для этого используется теплообменник - устройство, которое нагревает подачу воздуха отдельной горючей смесью (например, топливом или газом) и окружающими газами. После нагрева воздуха, он подается в камеру сгорания, где смешивается с топливом и осуществляется сгорание.

Регенеративная система: В этом случае нагретый воздух подается в камеру сгорания через регенеративный теплообменник. Регенеративный теплообменник состоит из двух каналов - один для подачи нагретого воздуха, другой для отвода выхлопных газов. При этом каналы периодически меняют свои функции - когда один канал загрязнен выхлопными газами, он становится отводящим каналом и очищается, а другой канал начинает нагревать подачу воздуха. Таким образом, регенеративная система обеспечивает повышенную эффективность нагрева воздуха и позволяет снизить энергопотребление.

Выбор типа системы подачи нагретого воздуха в камеру сгорания зависит от различных факторов, включая требуемую мощность системы, энергопотребление, доступность источников нагрева и другие технические ограничения. Конкретная реализация может варьироваться в зависимости от конкретных условий и потребностей. Использование отработанного газа от котла для подогрева воздуха на специальных теплообменниках возможно через систему вентиляции или отопления.

Теплообменники устанавливаются на выхлопной трубе котла, где отработанный газ имеет высокую температуру. Передача тепла происходит через металлические пластины, которые нагреваются от горячего газа и передают тепло воздуху.

Воздух, подаваемый в теплообменники, может быть внешним или уже циркулирующим в помещении. В процессе прохождения через теплообменники, воздух нагревается и может использоваться для подогрева помещений или поступать в вентиляционную систему для обогрева воздуха, поступающего в помещение.

Такая система позволяет эффективно использовать тепло, которое раньше просто выходило с отработанным газом в атмосферу. Это помогает снизить затраты на отопление и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду, так как уменьшается выброс парниковых газов.

Использование отработанного газа для подогрева воздуха на специальных теплообменниках - инновационное решение, которое позволяет снизить энергозатраты и повысить экологическую эффективность отопительной системы. Теплообменники нагреваются от горячего газа и передают тепло воздуху, который может использоваться для подогрева помещений или вентиляции.

Таким образом, жаротрубные водогрейные котлы, в сравнение с подобным оборудованием имеют высокий КПД, позволяющий обеспечить

оптимальную работу системы и снизить затраты на отопление, способны работать в большом диапазоне нагрузок, просты в обслуживании и имеют сравнительно небольшие габаритные размеры.

Список литературы

1. Трембовля В.И., Фингер Е.Д., Авдеева А.А. Теплотехнические испытания котельных установок. М.: Энергоатомиздат, 1991 г.

2. Равич М.Б. Топливо и эффективность его использования. – М.: Наука, 1971 г.

3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением».

4. Гриценко В. И., Усманский Ю.Т. Энергоснабжение в теплоэнергетике и теплотехнологиях – 2007. – С. 7-8.

5. Любимов А.Н. , Кочетов Д. М. Гидравлические испытания паровых и водогрейных котлов. — 2016 — С. 2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/gidravlicheskie-ispytaniya-parovyh-i-vodogreynyh-kotlov/viewer (дата обращения 08.05.2023).

6. Салмин А. С. Энергосбережение для котельных малой мощности // Актуальные исследования. — 2022. — №24 — С. 15-18. URL: https://apni.ru/article/4271-energosberezhenie-dlya-kotelnikh-maloj-moshch (дата обращения 08.05.2023).

7. СП 89.13330.2012 «Котельные установки». Актуализированная редакция. — 2013 — С. 6. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200095531 (дата обращения 08.05.2023).

8. Бузников Е. Ф. Производственные и отопительные котельные. Под ред. К. Ф. Роддатиса: Энергоатомиздат – 2006. – С. 488

9. Бойко Е. А., Дергинг И. С., Михайленко С. А. Котельные установки и парогенераторы. Томск: издательство Томского политехнического университета, 2009. – С. 606 УДК 621.182

10. Постановление Госгортехнадзора РФ №49 от 19.08.1999 "Типовая инструкция по безопасному ведению работ для персонала котельных. РД 10-319-99"

11. Тепловой расчет котлов (нормативный метод). 3-е изд. СПб.: НПО ЦКТИ-ВТИ, 1998.

12. Ковалев А. П. и др. Парогенераторы: Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1985.

ЭФФЕКТИВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ГИПСА

Дорофеева О.С.
Кумертауский филиал ОГУ

На текущей момент анализируя отрасль производства строительных материалов, можно сделать вывод, что удельный вес конструкционных и отделочных материалов на основе гипса несоразмерно малы по сравнению с требованием рынка. Вместе с тем Российская федерация и Республика Башкортостан, в частности, располагают большим количеством ресурсов гипсосодержащего сырья. Кроме достаточного запаса природного гипсового камня, в регионе для получения гипсового вяжущего (фторангидрит, борогипс, фосфогипс, сульфогипс и др.) имеются источники получения вторичного гипсового сырья, которое в большом количестве содержится в отходах различных отраслей промышленности и топливной энергетики.

Оценивая прочностные характеристики и декоративность выпускаемых заводами и небольшими частными производствами гипсовых материалов, специалисты приходят к выводу о недоиспользовании всех возможностей гипса. Поэтому разработку и внедрение новых эффективных способов и технологических процессов производства гипсовых материалов можно считать перспективным направлением в отрасли отделочных и конструкционных материалов. В силу объективных причин, описанных выше, наблюдается тенденция к изменению отношения к материалам на основе гипса.

Среди основных преимуществ гипсосодержащих материалов по сравнению с другими строительными материалами выделяют меньшею энергоемкость производства, т.е. производство не требует больших капитальных вложений и энергозатрат.

Гипсовые изделия различаются по назначению и использованию в строительстве. Можно выделить две основные группы классификации гипсовых материалов: по назначению и использованию в строительстве и по способу формования. По назначению выделяют: отделочные гипсовые материалы, конструктивные строительные детали, архитектурные и декоративные изделия и специальные изделия. С подробной классификаций можно ознакомиться в схеме, приведенной на рисунке 1.

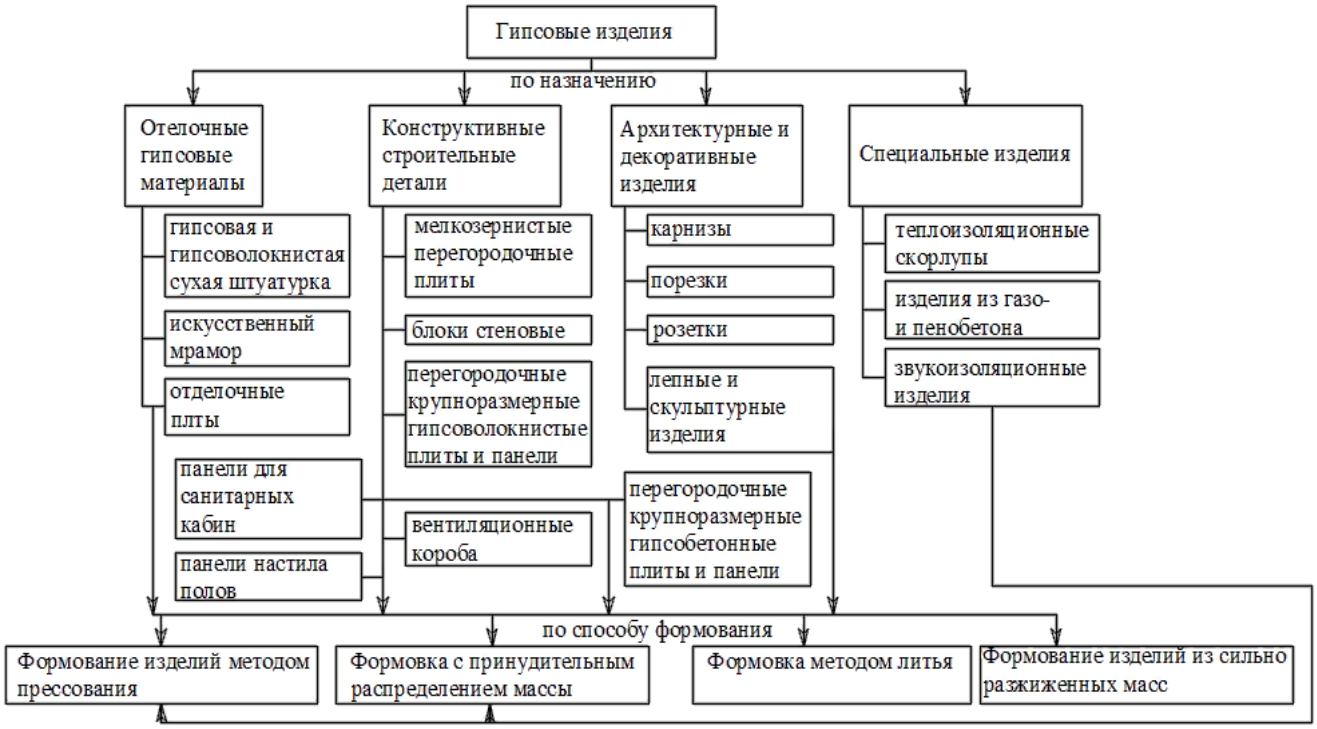


Рисунок 1 – Схема классификации гипсовых изделий по назначению и способу формования

Способы формования гипсовых и гипсобетонных изделий формируется в группы в зависимости от густоты применяемых при формовании масс и растворов. Особое внимание среди выделенных групп заслуживает способ формования изделий методом прессования.

Наивысшей прочности изделий можно достигнуть при формовании массы с водогипсовым составом, приближающимся к теоретически необходимому ля гидратации полуводного сульфата кальция. Количество воды затворения в этом случае составляет 23-26% от веса строительного гипса. Внешне формовочная масса с таким количеством воды производит впечатление сыпучего порошка и не обладает вязкостью, являющейся обычным признаком масс и растворов. Равномерное распределение воды при составлении масс достигается разбрызгиванием или пульверизацией воды одновременно с перемешиванием гипса в сравнительно тонком слое. Для тог чтобы вода смочила все частицы строительного гипса и вступила с ними во взаимодействие, необходимо прессовать массу под большим давлением [1].

Давление прессования в этом случае рассматривается нами в качестве фактора, определяющего не только уплотнение гипсовой смеси и форму изделия, но и кинематику фазовых и химических превращений в системе, а также обуславливающего протекание процессов гидратации, структурообразования и упрочнения материала во времени [2].

Помимо рассмотренных параметров гипсовых изделий, полученных методом прессования, есть еще один немаловажный фактор – это декоративные качества.

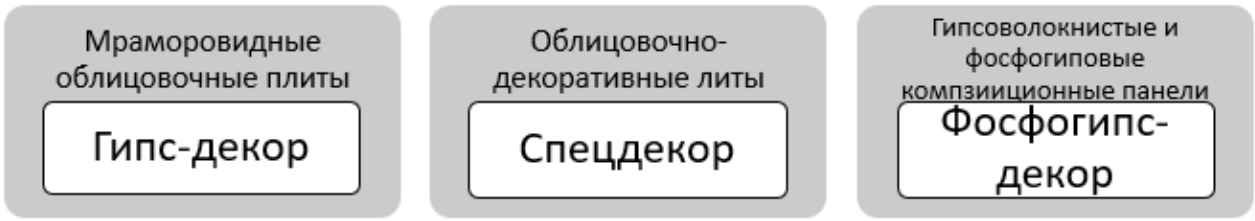


Рисунок 2 – Виды облицовочных изделий полученные методом прессования

Для оценки декоративных качеств материалов из природного гипса, применяют также методику оценки декоративности других облицовочных материалов из природного камня [2]. Как основные критерии определяют фактуру, текстуру и цвет полученных изделий. Применение методики по определению декоративных качеств

Фактура камня является одним из важнейших параметров. Фактура определяет глубину цвета и рисунок камня путем задания рельефа его поверхности. Для материалов из гипсового камня завися от способа обработки поверхности и качества лицевой стороны пресс-формы.

Текстура формирует характер рисунка на поверхности материала и определяется его внутренним строением. Текстура характеризуется следующими основными показателями:

- степенью развития рисунка на поверхности;
- просвечиваемостью;
- рельефом проявления структуры.

Рисунок зависит от сочетания различных цветов, четкости, выразительности и т.п. Просвечиваемостью характеризует способность верхнего слоя камня частично пропускать свет с выявлением при этом рисунка поверхноси и внутренней структуры [2].

Цвет облицовочного слоя камня определяется его цветовым тоном. Цветовой тон показывает к какому участку видимого спектра относится цвет материала. Цвет определяет восприятие и оказывает большое влияние в понимание габаритов, размеров и формы объекта. Например, однотонный объект кажется больше, по сравнению с многоцветным. Многоцветные и темные цвета скрывают фактуру и усиливают текстуру, светлые – усиливают фактуру каменных изделий.

Этот метод позволяет получить гладкую, полированную текстуру фасадной поверхности изделия. При подержании полировочной гладкости поверхности пресс-формы можно добиться лощеной фактуры изделий с приданием зеркального блеска поверхности. Так же возможна дополнительная, сухая полировка изделий фетровыми или войлочными изделиями с применением полировочных установок.

Список литературы

1. Печуро, С.С. Производство гипсовых плит, блоков и панелей / С.С. Печуро: учебное пособие для подготовки рабочих на производстве. Москва, 1963. – 212 с.

2. Ляшкевич И.М. Эффективные строительные материалы на основе гипса и фосфогипса / И.М. Ляшкевич: Мн.: Высш.шк., 1989. – 160 с. – ISBN 5-309-00248-9

3. Воробьев Х.С. Гипсовые вяжущие изделия: (Зарубежный опыт) / Х:С. Воробьев: М.: Стройиздат, 1983. – 200 с.

ОБЗОР КЕРАМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ

Гурьева В.А., д-р. техн. наук., доцент, Дорошин А.В.,
Дубинецкий В.В., Горяйнова Т.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»,
Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ

Производство керамических материалов в России относится к наиболее динамично развивающихся отраслей в экономике страны. Так по данным Росстата [1] в период экономического кризиса 2008 года наблюдалось незначительное снижение производства керамического кирпича по сравнению с другими отраслями, и в течении 2 лет предприятия вышли на докризисный уровень.

В настоящее время на территории России насчитывается более 200 заводов (рисунок 1) различной мощности по выпуску керамического кирпича (крупные 100-200 млн. шт.; средние 40 млн. шт.; мелкие 10-20 млн. шт. условного кирпича) (рисунок 2).

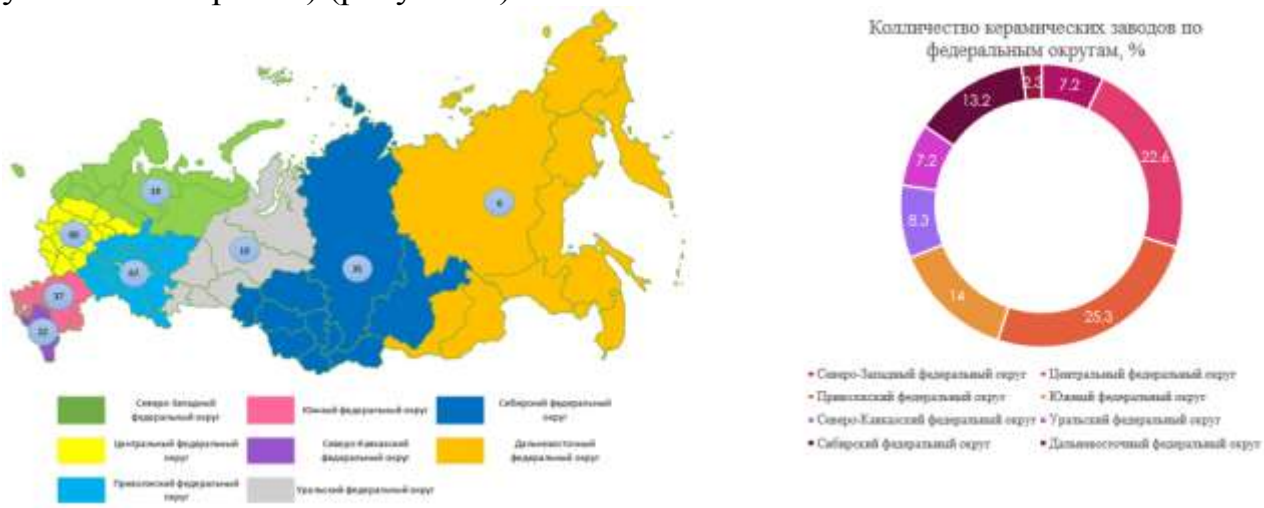


Рисунок 1 - Карта расположения кирпичных заводов по федеральным округам Российской Федерации

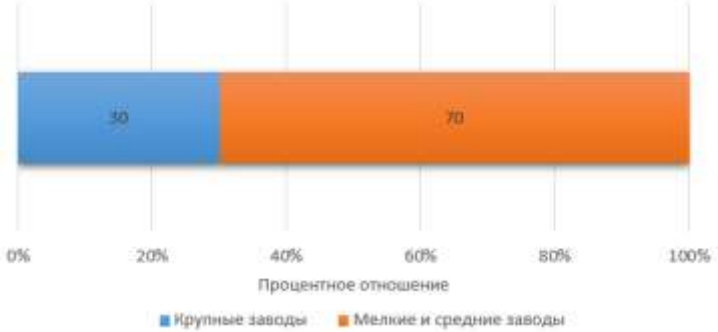


Рисунок 2 - Доля выпуска кирпича на заводах различной мощности

Так согласно [1] и анализа официальных сайтов крупнейших керамических заводов России [2-6] в период с 2011 по 2018 гг. активно производилась модернизация существующих заводов, разведка и уточнение существующих запасов глинистого сырья пригодного для производства строительной керамики, что позволило увеличить долю керамического кирпича до 71 % по сравнению с силикатным 29 % на 2023 год, что на 5,9 % больше чем за 2011-2018 гг.

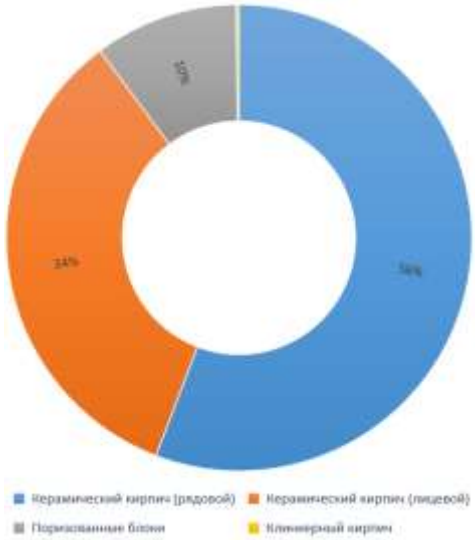


Рисунок 3 – Распределение производства керамического кирпича по видам

Однако, в настоящий момент происходит общее снижение потребление кирпича, что по мнению авторов связанно с бурным развитием монолитного строительства и изменением требований по тепловой защите зданий. На рисунке 4 представлена динамика производства керамического кирпича за 2014-2022 гг.

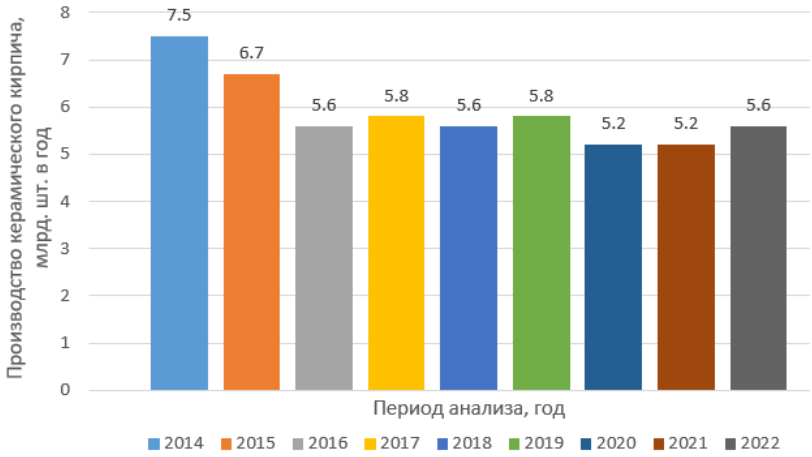


Рисунок 4 – Производство стеновой керамики по годам в России

Так же значительная часть заводов сконцентрированна в центральной части России что создает дифицит качественной стеновой керамики отдаленных регионах страны (рисунок 5).

Рисунок 5 - Доли федеральных округов в общем объеме производства керамического кирпича в РФ за 2023 год,%

Согласно анализа, лидерами производства керамического кирпича являются Приволжский и Центральный федеральные округа с общей долей более 55 %. Так на территории данных округов находятся 7 крупных предприятий с общим объемом производства более 1080 млн. шт. условного кирпича (таблица 1).

Таблица 1 – Крупнейшие производители кирпича России

Компания	Производительность, млн. шт. условного кирпича	Регион
ЛСР. Стеновые материалы	300	Московская/Ленинградская области
ООО «ВВКЗ»	160	Тверская область
ОАО «Славянский кирпич»	150	Краснодарский край
«ПАО Кирпичный завод Браер»	140	Тульская область
ОАО «Голицынский керамический завод»	120	Московска область
ООО «Объединение строительных материалов и бытовой техники»,	110	Белгородская область
АО «Норский керамический завод»	100	Ярославская область

Производимые объемы 200-300 млн. шт. кирпича на территории центральной России позволяют обеспечить потребности строительного сектора и ремонтных работ в окрестностях предприятий радиусом до 400 км.

Так доля потребления произведенного отечественными предприятиями керамического кирпича внутри страны составляет 95 %, где 5% приходится на импорт (рисунок 6).

Рисунок 6 – Страны импортеры керамического кирпича

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о значительном потенциале керамической промышленности в области производства качественных строительных материалов, однако в отрасли назрели следующие проблемы:

- отсутствие экспериментальной базы, что привело к потере связи производства с наукой;
- зависимость заводов от стан ЕС в поставке высокотехнологичного оборудования и комплектующих;
- кадровый кризис;
- отсутствие политики и стратегии развития керамической промышленности.

Для решения данных проблем считаем, целесообразным восстановить взаимодействие ВУЗов с предприятиями; организовать совместные выставки строительных материалов и архитектурных решений с целью популяризации керамического строительства; поддержать асоциацию производителей керамических материалов (АПКМ) на законадательном уровне и ввести план производства кирпича на государственном уровне с гарантией его сбыта.

Список литературы

1. Росстат. Промышленное производство. Производство основных видов продукции в натуральном выражении: сайт URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_industrial (дата обращения 19.01.2024).

2. Центр строительных материалов ЛСР : сайт. – URL: https://lsrstena.ru/ (дата обращения: 19.01.2024).

3 АО «Поликор» : сайт. – URL: https://www.polikor.net/ (дата обращения: 19.01.2024).

4 ООО «Группа «Магнезит» : сайт. – URL: http://magnezit.ru/ru/ (дата обращения: 19.01.2024).

5 ООО «ТД БРАЕР» : сайт. – URL: https://braer.ru/feedback (дата обращения: 19.01.2024).

6 АО «Норский керамический завод» : сайт. – URL: https://www.norsk-yar.ru/ (дата обращения: 19.01.2024).

КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ПРЕПОДАВАНИИ МЕХАНИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ АРХИТЕКТУРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ

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

Компетентностно-ориентированный подход при реализации образовательных программ высшего образования в соответствии с актуальным версиями Федеральных образовательных стандартов предполагает изменения не только самого образовательного процесса, его содержания и технологий реализации, но и соответствующей переработки учебно-методических и дидактических материалов. Особенно это касается преподавания общепрофессиональных дисциплин, таких как теоретическая механика, сопротивление материалов, строительная механика, большая часть учебной литературы по которым носит универсальный характер, адресована широкому кругу студентов, обучающихся по разным направлениям подготовки, в основном техническим. Архитектурное образование с одной стороны не относится к техническим направлениям подготовки, с другой – знание основных законов естественнонаучных дисциплин (в частности, механики) является необходимым условие профессиональной деятельности архитекторов. Количество учебной литературы по дисциплинам «Теоретическая механика» и «Строительная механика», разработанных специально для подготовки бакалавров-архитекторов на русском языке, в настоящее время не очень велико [1, 2]. Среди зарубежных изданий хочется отметить как наиболее удачное с точки зрения подачи материала и круга рассматриваемых вопросов учебник [3] на французском языке. Таким образом, разработка учебно-методических материалов по названным учебным дисциплинам, адресованных студентам, обучающимся по направлениям подготовки 07.03.01 «Архитектура» и 07.03.03 «Дизайн архитектурной среды (ДАС)» является актуальной задачей.

В Оренбургском государственном университете архитектурное образование представлено образовательными программами для направлений подготовки 07.03.01 «Архитектура» и 07.03.03 «Дизайн архитектурной среды (ДАС)». Программы учебных дисциплин «Теоретическая механика» и «Строительная механика» разработаны в соответствии с ФГОС и соответствующими учебными планами. Названный дисциплины образуют единый логически связанный курс, который точнее было бы назвать – «Механика инженерных (строительных) конструкций и сооружений» (или «Основы статики сооружений»). Содержание курса включает в себя вопросы, традиционно излагаемые в родственных, но все-таки самостоятельных (опирающихся на различные модели твердого тела и механических систем) дисциплинах: теоретическая механика, сопротивление матриалов и

строительная механика. Как видим дисциплина сопротивление материалов, без знание основ которой невозможно рассмотрение вопросов строительной механики, вообще выпала из учебного плана и ее содержание приходится вписывать в рассматриваемый курс.

Целью данного курса является развитие у обучающихся по направлению подготовки «07.03.01 Архитектура» и 07.03.03 «Дизайн архитектурной среды (ДАС)» способности использовать основные законы естественнонаучных дисциплин (в частности, механики) в профессиональной деятельности и применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

В результате изучения курса обучающийся должен:

— знать основные понятия и законы строительной механики и вытекающие из этих законов методы изучения равновесия, прочности, жесткости и устойчивости строительных конструкций;

— предпосылки выбора расчетной схемы конструкции и возможности методов строительной механики и границах применимости ее моделей;

— уметь анализировать существующие конструктивные решения, понимать работу сооружения в целом и оценивать ту роль, которую играют отдельные элементы здания или сооружения, устанавливать функциональную связь между воздействиями, внутренними усилиями и формой сооружения;

— применять полученные знания для решения соответствующих конкретных задач проектирования конструкций, строить и исследовать математические и механические модели зданий и сооружений; проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций;

— иметь навыки решения типовых задач по статическому расчету элементов конструкций зданий и сооружений.

Общая трудоемкость курса составляет: дисциплина «Теоретическая механика» - 3 зачетные единицы (108 академических часов), из которых на лекционные занятия отводится 18 часа, на практические занятия – 16 часов, на самостоятельную работу студентов (СРС) – 74 часа в четвертом семестре и столько же на дисциплину «Строительная механика» в пятом учебном семестре; форма аттестации в обоих семестрах – зачёт.

Из сказанного очевидно, что имеет место неоправданно малое количество часов, отводимое в учебных планах изучение механики, особенно на контактную работу. «Зачет» в качестве формы итогового контроля не способствуют повышению мотивации студентов к изучению дисциплины по формальным признакам (стипендия, оценка в диплом). В настоящее время учебный процесс выстроен таким образом, что у будущих архитекторов складывается представление, что главное в профессии – это художественный образ, объемно-пространственная композиция. Все остальное – от экологической составляющей и энергоэффективности до блока инженерно-технических дисциплин и проект-менеджмента им заведомо неинтересно, едва ли не унижает их «художественную индивидуальность». Поэтому воспитание у

архитектора возможности осознать, что поиски рациональной, логичной конструкции начинаются с умения увидеть в начальных набросках «игру сил», оценивать «внешние воздействия», чувствовать как они воспринимаются сооружением, то есть интуитивно приблизиться к пониманию работы конструкции, - это задача преподавателя, ведущего курс механики конструкций.

Многолетний опыт преподавания механики студентам архитектурных направлений подготовки позволил выявить особенности этой целевой аудитории: студенты не понимают зачем им механика, они пугаются обилия математических формул, лучше воспринимают графические методы представления информации, для них более органичен визуальный способ мышления. Однако, как уже было отмечено выше, бОльшая часть учебной литературы по теоретической и строительной механике расчитана на студентов инженерных направлений подготовки (где глубже математическая и естенственно-научная база). Кроме того, в современных отечественных учебниках по механике очень мало представлены графические методы расчета, в литературе по теоретической механике практически исчез раздел «графическая статика».

Для решения этих противоречий в рамках преподавания дисциплин «Теоретиеская механика» и «Строительная механика» была разработана методика, основанная именно графических методах расчетов, ориентированная на формирование конструкторских компетенций будущих архитекторов. Отобранный и скомпанованный в соответствии с рабочими программами теоретический материал и разработанный дидактический аппарат представлен в учебном пособии «Основы статики сооружений: теоретическая и строительная механика для архитекторов: учебное пособие: в 2 томах», подготовленным автором данной статьи [4]. В настоящей статье рассматривается основные особенности этого издания.

Архитектор решает вопросы зрительного восприятия сооружение, соответствие конструкции практическому назначению, удобства пользования. Инженер решает вопросы прочностных характеристик конструкции и ее элементов, выбора материалов и технологий, различных коммуникационных и инженерных сетей. Но архитектор тоже должен знать эти же вопросы и исходить из реальных возможностей производства. Поэтому определять степень важности этих специалистов нельзя, они оба важны в строительстве. Все прочное и вечное должно быть полезным и красивым, но все полезное и красивое должно быть прочным и вечным. Несмотря на различные профессиональные функции этих специалистов, их объединяет общая цель – объект строительства. Главное, чтобы они понимали друг друга! Основная цель разработанного курса и представляемого учебного пособия, в котором излагаются основные принципы работы строительных конструкций, - способствовать диалогу между архитектором и конструктором.

Задачами курса являются формирование

- знаний основ статического расчета различных типов несущих конструкций, осмысления полученных численных результатов и поиска выбора наиболее оптимальных конструктивных решений;

- понимания принципов определения размеров элементов сооружений, обеспечивающих его работоспособность при минимальном расходе материалов.

Изложение материала в учебном пособии организовано в следующей последовательности: основы теории сил и условий, необходимых для того, чтобы силы были уравновешены (основные сведения курса теоретической механики (раздел «статика»)); понятия «напряжения-деформации-жесткость», что позволяет понять, как должны быть определены размеры элементов конструкций (основные сведения курса сопротивления материалов).

Затем рассматриваются принципы работы несущих конструкций, работающих в условиях одноосного напряженного состояния (растяжение или сжатие): висячие конструкции, арки, колонны, фермы (основы строительной механики).

Перечисленные темы рассматриваются в четвертом учебном семестре, при изучении дисциплины «Теоретическая механика» в соответствии с учебным планом, и представлены в первом томе учебного пособия. Во втором томе рассматривается теория изгиба и конструкции работающие на изгиб: балки (однопролетные и многопролетные), рамы, а также излагаются основы теории устойчивости сжатых элементов онструкций.

При изложении отдается предпочтение графическим методам расчета, что делает процесс изучения «игры сил» в несущих элементах зданий и сооружений более наглядным. Теоретический материал сопровожден достаточным количеством примеров и задачами для самостоятельного решения и осмысления теории. Работа конструкций объясняется визуализацией усилий внутри исторических и современных произведений архитектуры с использованием простых графических инструментов.

При подготовке учебного пособия автор руководствовался принципом полноты теоретического материала, чтобы бы обучающиеся не тратили время на продолжительный поиск информации, необходимой для выполнения заданий в полном объёме, а также могли получить знания достаточные для работы в своей профессии. Учебное пособие, кроме теоретической части, содержит и большое количество примеров решения задач, рассмотренных очень подробно.

Рассмотрим кратко особенности и методику изложение материала в учебном пособии.

Фокус смещен с методов расчета конструкций на особенности работы основных типов строительных конструкций под действием, приложенных к ним нагрузок. Акцент сделан на использование графических метов расчета. Аналитические методы используются для подтверждения выводов, полученных на основе графического анализа, и в случаях, когда графические методы применить невозможно.

Вынос в начало курса темы «Равновесие гибких нитей» наглядно демонстрирует методы графической статики и логику их использования. Этот раздел является базовым, отправной точкой для понимания как графических методов расчета так и «игры сил» в строительных конструкциях. В качестве примеров – анализ работы висячих конструкций (висячих мостов и перекрытий). Показывается как изменинии геометрических параметров конструкций влияет на их напряженное и деформированное состояние. Рассматриваются примеры на предварительное назначение размеров поперечных сечений растянутых элементов. Таким образом, демонстрируется применение основных понятий теоретической механики и сопротивления материалов.

Раздел, как и все последующие, сопровождается иллюстрациями и кратким описанием знаковых архитектурных сооружений, относящихся к этому классу конструкций

Каждый раздел учебного пособия содержит дидатические материалы на понимание и закрепление материала. Это тестовые задания разного уровня сложности и задачи. Постановка заадач направлена не только на получение числового результата и его анализ, визуализацию полученных данных. Далее приведены примеры заданий (тема гибкие нити).

Примеры тестовых заданий разного уровня сложности.

Тема «Гибкие нити» - Примеры простых тестовых заданий:

1. В каком варианте расчетной схемы горизонтальная составляющая реакции опор (распор) будет самой большой? (расстояние между опорами и значение силы Q одинаковы во всех вариантах)

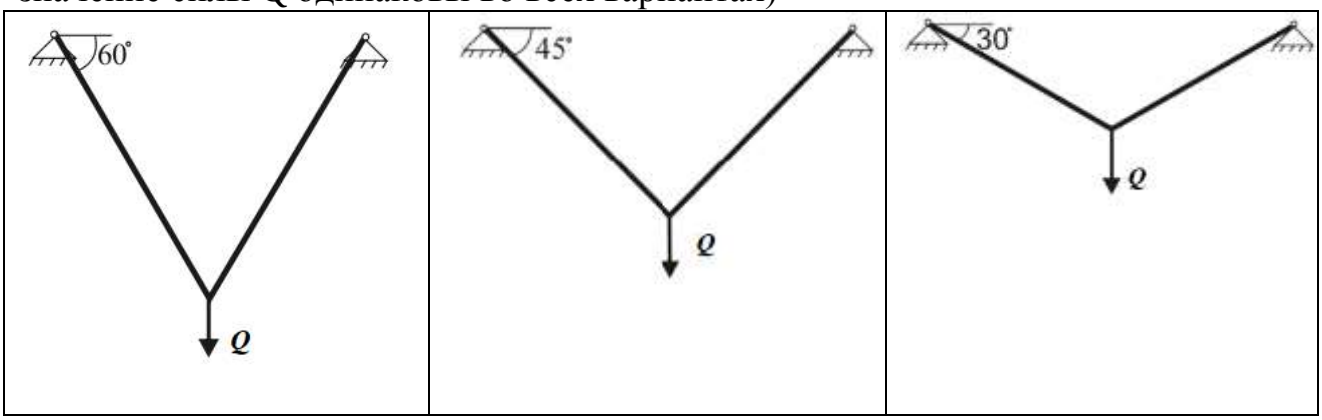


Рисунок 1 – Варианты расчетных схем к примеру 1.

2. Нить подвешена на двух опорах, расположенных на одном уровне. В центре пролета (в середине нити) подвешен груз. Как изменяться усилия в ветвях нити, если увеличить вес груза в 2 раза?

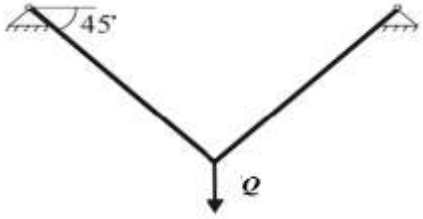


Рисунок 2 – Расчетная схема к примеру 2.

Пример задания среднего уровня сложности:

3. На трос, концы которого закреплены на опорах A и B, находится под действием равномерно распределенной нагрузки q. Расстояние между опорами – L. Ответьте на вопросы:

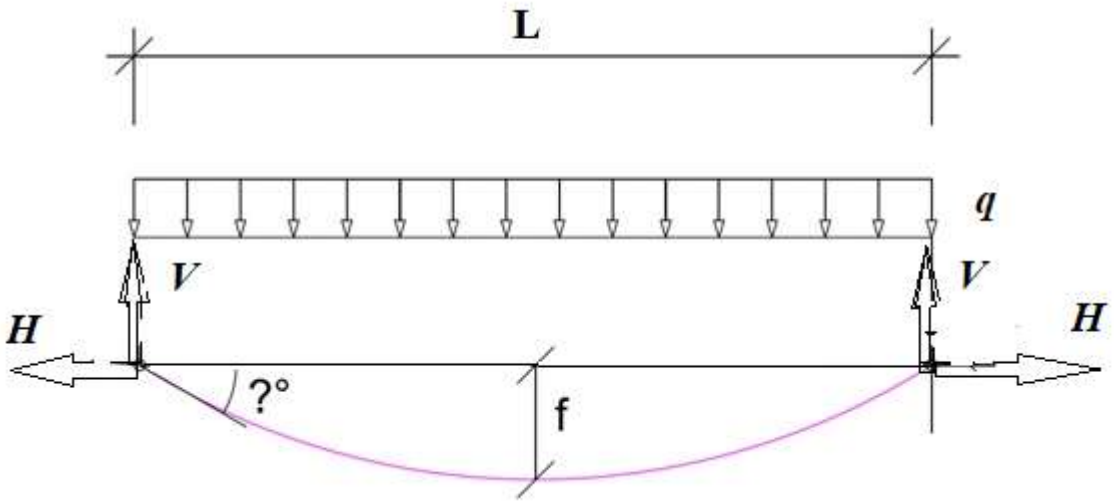


Рисунок 3 – Расчетная схема к примеру 3.

Вопрос 3.1: Каков наклон троса у опор, если провис f в середине пролета троса равен 4,5 [м] (рис. 3), зная, что пролет L равен 20 [м]? [градусы]

Вопрос 3.2: Какова вертикальная реакция Rv, действующая на опоры, если равномерная нагрузка q = 10 [кН/м]? Введите результат в [кН].

Вопрос 3.3: Чему равна горизонтальная сила H, действующая на опоры, если равномерная нагрузка q = 10 кН/м и наклон троса у опор равен 30 градусов? Примечание: Помогите себе с графическим построением, используя результат предыдущего вопроса.

Вопрос 3.4 Каково максимальное усилие в тросе, если равномерная нагрузка q = 10 [кН/м] и наклон троса у опор равен 30 градусов? Введите результат в [кН].

Вопрос 3.5 Каков провис f троса в середине пролета, если пролет L равен 20 [м], горизонтальная сила H, действующая на опоры, равна 30 [кН] и равномерная нагрузка q = 10 [кН/м]. ?

Пример задания повышенного уровня сложности:

4. Трос, подвешенный к опорам, отстоящими друг от друга на расстоянии 100 м, должен выдерживать пять сосредоточенных нагрузок, как показано на рисунке 4. Нарисуйте силовой многоугольник и определите форму троса, если горизонтальная составляющая усилия в тросе составляет 200 кН.

(Нарисуйте свои силовые многоугольники в масштабе, где 1 см = 50 кН.)

Теперь нарисуйте ниже новый силовой многоугольник с горизонтальной составляющей усилия в тросе 800 кН и определите форму троса на основе нового силового многоугольника.

Для каждого случая определите усилия во всех сегментах троса и реакции опор.

Опишите, что вы замечаете в геометрии троса в каждом конкретном случае? Как изменяется провисание троса в зависимости от горизонтальной составляющей усилия в тросе?

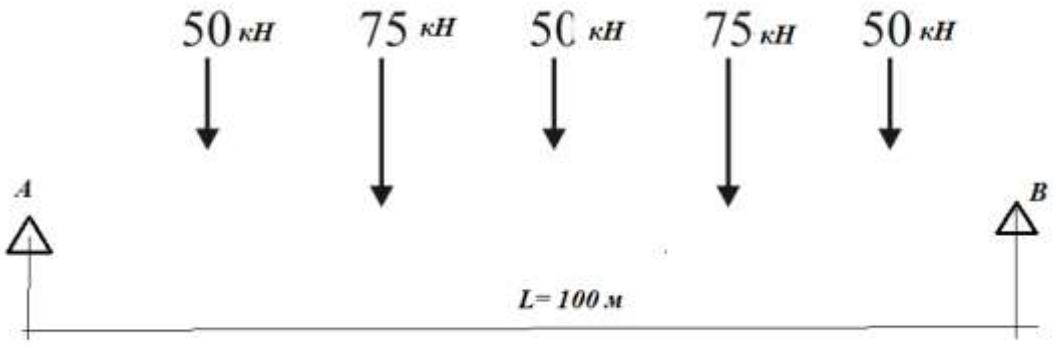
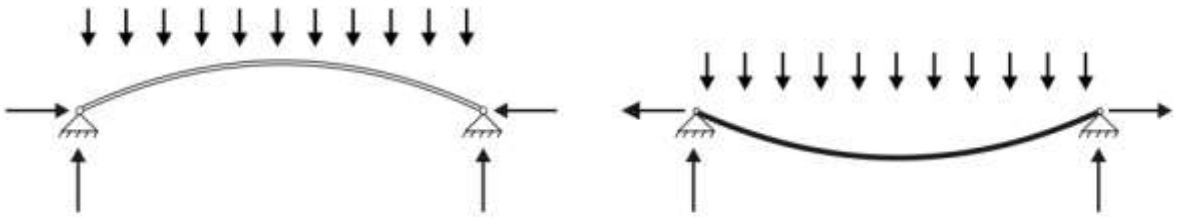


Рисунок 4 – Расчетная схема к примеру 4.

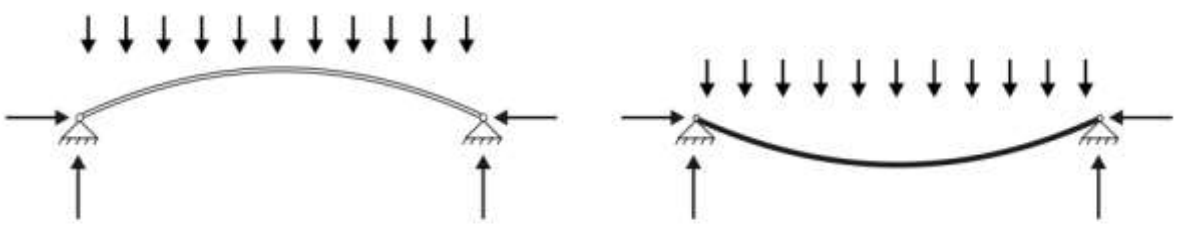
Тема «Арки» - Пример простого задания.

5. На каком рисунке верно указаны реакции опор, действующих на арку и на трос (нить), при указанных нагрузках?

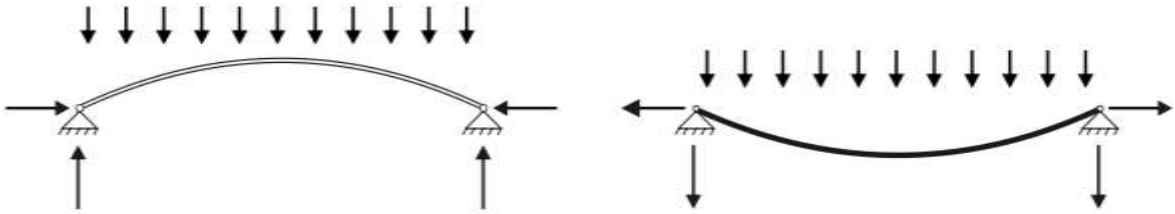
А



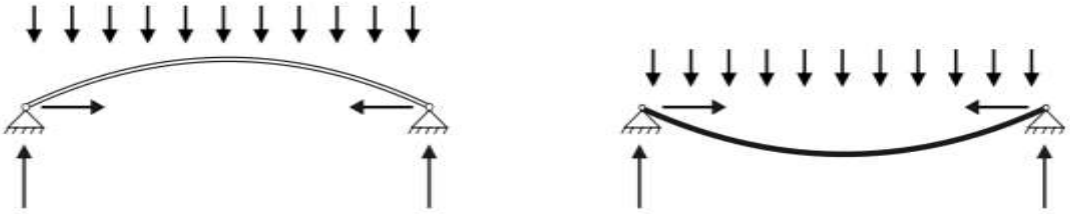
Б



В



Г



Д

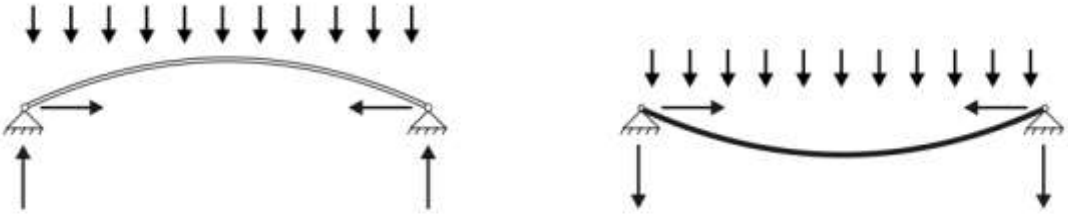


Рисунок 5 – Варианты ответов к вопросу 5.

Пример задачи по теме Арочные конструкции

6 Арочный мост

Графически определите форму арки, проходящей через точки A, C и B

Расстояние между опорами 35 м, стрела подъема f = 10 м (схема изображена в масштабе 10мм = 5м).

Постройте рациональную форму арочного моста (многоугольник давления), полагая, что эта линия должна проходить через точки A, C и B. Значения и направление заданной постоянной нагрузки показаны на рисунке 6.

Определите максимальные и минимальные значения усилий, возникающих в сегментах арки.

Определите реакции опор: вертикальные и горизонтальные составляющие.

Ответьте на вопросы:

6.1. Каково максимальное усилие в арке? [кН]

6.2. Каково минимальное усилие в арке? [кН]

Постройте многоугольник давления для случая несимметричной нагрузки. Замените силу 20 кН, приложенную к левой полуарке силой 60 кН.

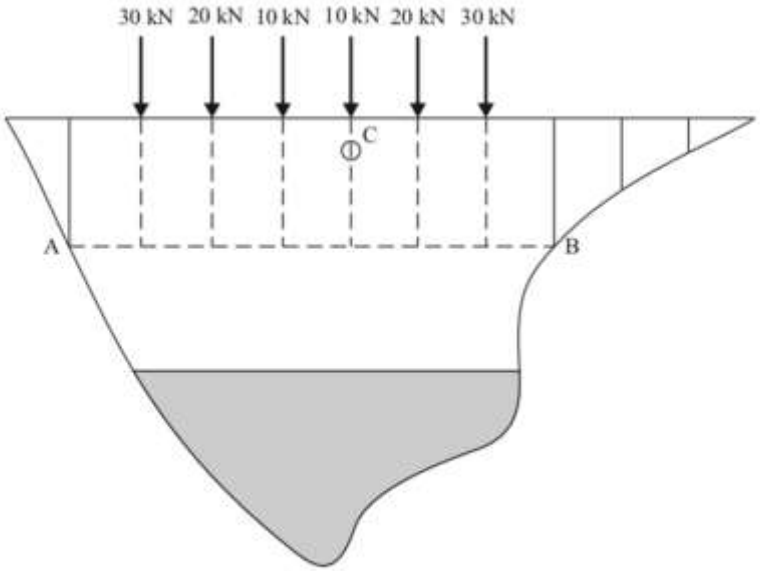


Рисунок 6 – Расчетная схема к примеру 6.

Тема «Фермы» - Пример простого задания.

7. Определить усилия в стержнях ферм, результаты показать на схемах, используя синий цвет для сжатых стержней, красный - для растянутых.

7.1 Изобразите ферму в выбранном масштабе. Обозначте действующие на нее силы.

7.2 Определите реакции опор.

7.3 Постройте диаграмму Максвелла-Кремоны.

7.4 Еще раз нарисуйте схему фермы , нанеся на нее полученные результаты: растянутые стержни изобразить красным цветом, сжатые – синим; при этом толщина линий должна быть пропорциональна усилию, возникающему в стержне (чем больше значение усилия, тем толще линия).

7.5 Сравните полученные результаты для ферм с одинаковыми габаритными размерами. Напишите ваши выводы.

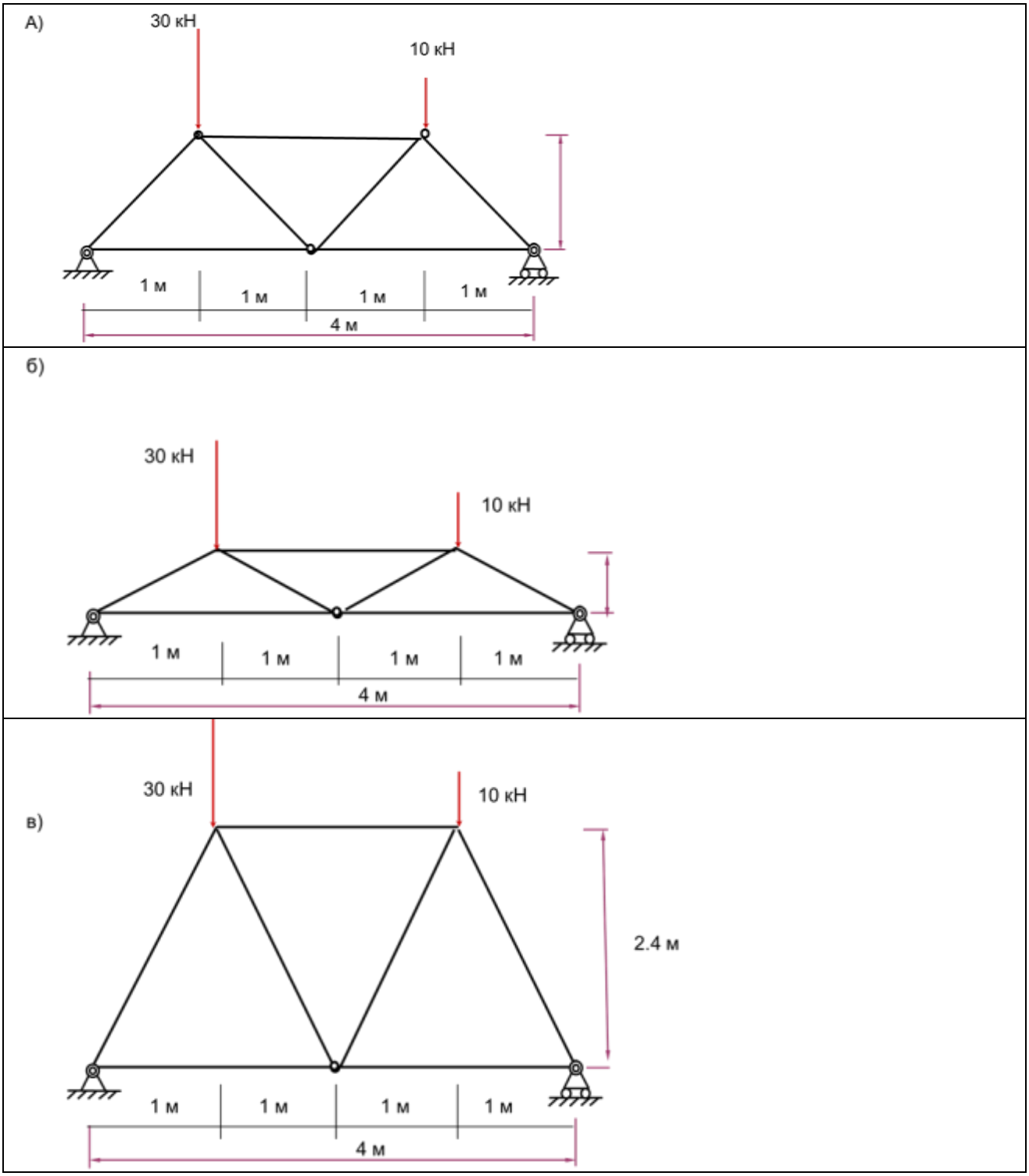


Рисунок 7 – Варианты расчетных схем к примеру 7.

На рисунке 8 представлен пример выполненной студенческой работы (задание 7).

Необходимо заметить, что одновременно с учебным пособием были разработаны электронные учебные курсы в системе обучения Moodle [5, 6]. Все дидактические материалы, представленные в учебном пособии, размещены также в электронных курсах и прошли неоднократную апробацию. Анализ

результатов тестов показал их высокую дифференцирующую способность и обучающий характер. Опрос студентов, прошедших обучение, демонстрирует, что цели обучения в основном достигаются. (Во всяком случае, никто из опрошенных не усомнился в необходимости изучения механики будущими архитекторами).

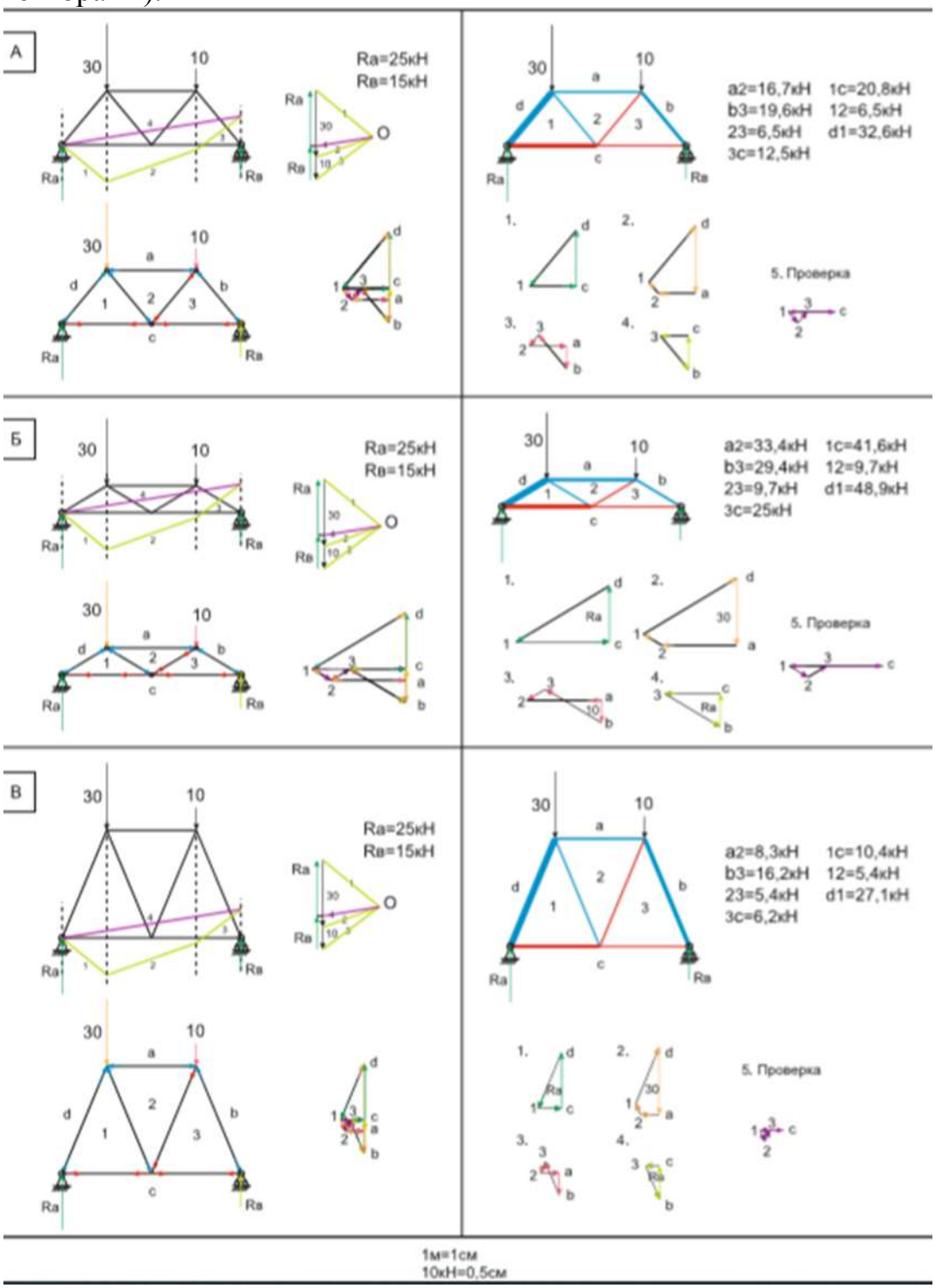


Рисунок 8 – Пример выполненной студенческой работы.

Таким образом, разработанный учебно-методический комплекс, включающий в себя учебное пособие и электронный учебный курс в системе Moodle отвечает современным методикам компетентносто-ориентированного обучения и может быть использован для преподавания механики не только студентам архитектурных направлений подготовки, но и для студентов других специальностей по направлению «Строительство».

Список литературы

1. Бабанов В. В. Строительная механика для архитекторов. – 2020.
2. Сеницкий Ю. Э., Синельник А. К. Строительная механика для архитекторов: учебник в 2 томах. – 2014.
3. Muttoni, A. L'art des structures: Une introduction au fonctionnement des structures en architecture. PU POLYTECHNIQU; 2e edition2012, 270 p.
4. Дырдина, Е.В. Основы статики сооружений: теоретическая и строительная механика для архитекторов: учебное пособие : в 2 томах. Том I / Е.В. Дырдина; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2023. – 359 с.
5. "Теоретическая механика для архитекторов" [Электронный ресурс] : электронный курс в си-стеме Moodle / Е.В. Дырдина, Оренб. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург: ОГУ, [2014–2021].– Ре-жим доступа: Электронные курсы ОГУ в системе обучения moodle. – https://moodle.osu.ru/course/view.php?id=117
6. "Строительная механика для архитекторов" [Электронный ресурс] : электронный курс в системе Moodle / Е.В. Дырдина, Оренб. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург: ОГУ, [2014–2022].– Режим доступа: Электронные курсы ОГУ в системе обучения moodle. – https://moodle.osu.ru/course/view.php?id=725

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ СОВМЕЩЕННЫХ ПЛИТ НА ДЕРЕВЯННОМ КАРКАСЕ

Жаданов В.И., д-р техн. наук, профессор,
Жигулина К.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Цель работы – провести критический анализ преимуществ и недостатков известных в отечественной и зарубежной строительной практике конструктивных решений совмещенных плит на деревянном каркасе с выработкой предложений по их совершенствованию.

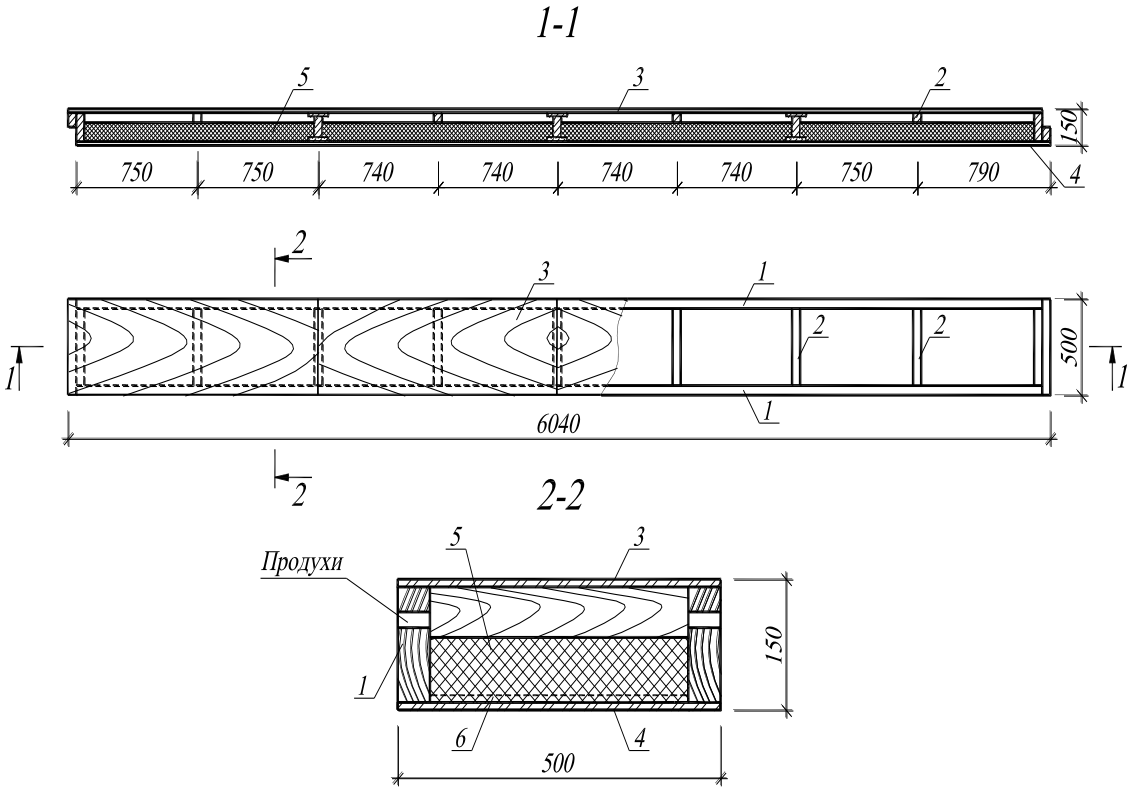
В настоящее время плиты на деревянном каркасе находят широкое применение в строительной практике, особенно в области малоэтажного строительства. Такие плиты экологически чистые и относятся к достаточно эффективным конструкциям с точки зрения их технико-экономических показателей. Использование дерева в несущих и ограждающих конструкциях обеспечивает высокую степень транспортабельности, скорость монтажа, а также значительное снижение массы как самих плит, так и возводимых объектов в целом.

Первые конструктивные решения плит на деревянном каркасе были разработаны в ЦНИИСКе, ЦНИИПромзданий, НИИстроительной физики, ЦНИИЭПсельстрое и ряде других институтов. Предложенные конструкции изготавливались с применением фанерных или асбестоцементных обшивок, прикрепленными при помощи гвоздей или шурупов к деревянному каркасу. Эти разработки были направлены на существенную экономию металла, и это было успешно достигнуто. Такие конструкции пролетом 3 метра были впервые использованы в строительстве в конце 1940 – начале 1950 гг. Уже тогда было обнаружено, что максимальная экономическая выгода от использования легких сборных ограждений наблюдается в сейсмически активных и отдаленных северных, сибирских и дальневосточных регионах, где стоимость транспортировки особенно высока. Разработка и исследование плит с фанерными и асбестоцементными обшивками и соответствующие экспериментальные и теоретические работы продолжались и в последующие годы, стимулируя более широкое использование сборных конструкций в строительстве малоэтажных промышленных и гражданских объектов.

Главным недостатком предложенных технических решений являлся способ крепления обшивок к каркасу на податливых связях (гвозди, шурупы, само-резы), что исключало возможность включения обшивок в общую работу конструкции и, как следствие, увеличивало их материалоемкость.

Следующим шагом в развитии панельных конструкций было внедрение фанерных обшивок, соединенных с каркасом при помощи синтетических клеев, что позволило включить их в общую работу конструкции и добиться снижения общего веса панелей и затрат на материалы. К первичным разработкам в этом

направлении можно отнести экспериментальные и теоретические исследования, проведенные еще в 50-х годах в ЦНИПСе, Военно-инженерной академии им. В.В. Куйбышева и в НИИ по строительству Минмашстроя, где были предложены и испытаны плиты размером 0,5х6,0м с фанерными обшивками, приклеенными к каркасу из двух основных продольных и вспомогательных поперечных ребер. Основные ребра каркаса, верхняя и нижняя обшивки образовывали коробчатую конструкцию, в полости которой располагали утеплитель из минеральной ваты (рисунок 1).



1 - основные ребра; 2 - поперечные ребра; 3 -верхняя фанерная обшивка; 4 - нижняя фанерная обшивка; 5 - утеплитель; 6 –пароизоляция

Рисунок 1–Клеефанерная плита 0,5х6,0м (ЦНИПС)

Отметим, что за счет включения фанерных обшивок в общую работу конструкции было достигнуто увеличение геометрических характеристик поперечного сечения плиты на 22-28% в зависимости от примененной толщины фанеры. С другой стороны, в качестве главного недостатка этого конструктивного решения отметим мелкоразмерность плиты по отношению к ее ширине.

Для устранения вышеназванного недостатка дальнейшие разработки были направлены на увеличение габаритов сборных панельных конструкций. Увеличение ширины конструкции до 1,5м позволило в три раза уменьшить количество монтажных и соединительных элементов, сократить сроки строительства, улучшить эксплуатационные характеристики здания, дополнительно снизить массу ограждающих элементов на 13…16%, расход

материала на несущие ребра плит на 20%, трудозатраты на монтаже покрытия в 1,8…2,5 раза.

Однотипные по своей сути крупноразмерные панели имели, как правило, четыре несущих продольных ребра их досок, поперечные ребра и двухсторонние обшивки, приклеенные к ребрам каркаса. Обшивки участвовали в общей работе плиты на поперечный изгиб, при этом нижняя обшивка служила и для размещения утеплителя в полости конструкции. Верхняя обшивка служила основанием для устройства рулонной гидроизоляции.

К наиболее характерным недостаткам разработанных плит шириной 1,5 м можно отнести:

- повышенный расход листовых материалов на двойные обшивки, достигающий 0,016 – 0,020 $м^3$ на 1 $м^2$ ограждения;
- выполнение плитами только ограждающих функций;
- размещение несущих элементов панелей (ребер) внутри ограждающей конструкции.

Для устранения перечисленных недостатков дальнейшие конструкторские и экспериментально-теоретические исследования были направлены на разработку плит и панелей пролетом 12 м и более, что делало возможным укладывать плиты покрытия поперек здания, непосредственно на продольные стены или колонны. В этом случае плиты применяли как конструкции «на пролет», обеспечивая тем самым совмещение несущих и ограждающих функций элементов покрытия. Такие разработки, проведенные в ЦНИИСК им. Кучеренко, ЦНИИПромзданий, Гипронисельхозе, Южгипронисельхозе, Новосибирском филиале «Оргэнергостроя», СибЗНИИЭПе, стали возможными благодаря широкому внедрению в практику строительства клееной древесины. Наиболее характерными в этом плане являются разработки ЦНИИПромзданий, где были предложены плиты пролетом 12 м шириной 1,5 м с клееными деревянными ребрами (рисунок 2). Отметим, что по своей конструкторской сути они практически не отличались от плит размером 1,5х6,0 м.

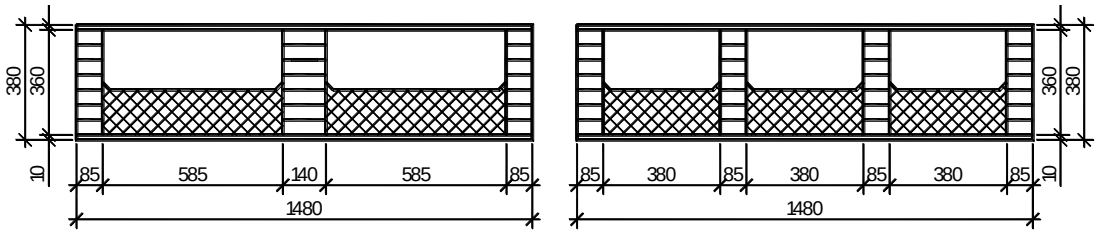


Рисунок 2 – Плиты ЦНИИПромзданий на пролет 12 м

Несмотря на достижение определенного сокращения древесины на конструкции за счет применения конструктивной схемы «на пролет», разработанные плиты имели и ряд существенных недостатков, в частности:

- существенная материалоемкость в части расхода древесины и фанеры;
- низкая эффективность участия нижней обшивки в общей работе конструкции из-за возможного непроклея в стыках фанеры, что, в соответствии

с требованиями СП 64.13330.2017, учитывается снижающим коэффициентом 0,6;

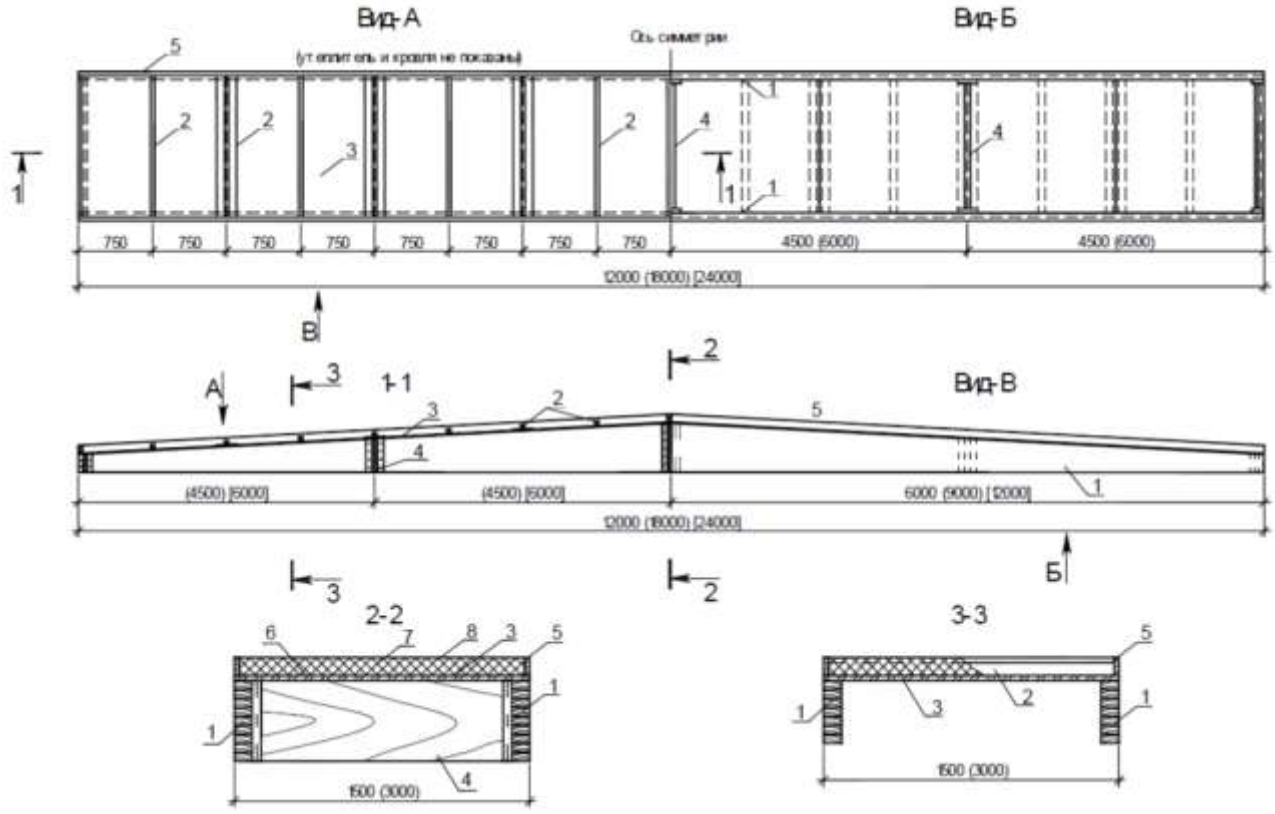
- пониженная долговечность плит из-за расположения несущих ребер в толще утеплителя.

В результате проведенного критического анализа были выявлены следующее общие направления улучшения существующих конструктивны решений:

- включение фанерных обшивок в общую работу конструкции;
- отказ от нижней обшивки как силового элемента;
- уменьшение количества основных несущих ребер до двух с обеспечением прочности и устойчивости сжатой верхней фанерной обшивки при помощи устройства дополнительных вспомогательных ребер.

С учетом вышеизложенных направлений на кафедре строительных конструкций ОГУ была предложена конструктивная схема комбинированной совмещенной плиты покрытия (рисунок 3). В состав разработанной конструкции с практически 100% степенью заводской готовности входят: два основных ребра из клееной древесины; вспомогательные поперечные ребра, работающие совместно с обшивкой; диафрагмы жесткости, обеспечивающие неизменяемость поперечного сечения плиты; обрамляющие ребра, фиксирующие слои кровельного «пирога» в проектном положении; пароизоляционный слой; утеплитель из заливочного или плитного пенопласта; один слой рулонного гидроизоляционного ковра (остальные слои наклеиваются на строительной площадке после монтажа плит).

Альтернативным решением является использование, взамен фанерных, обшивок из брусков малых сечений (40х40мм, 50х50мм) или из узких реек ($b \leq 100$мм), склеенных по кромкам между собой и с каркасом плит. Дощатые обшивки могут быть продольными (что предпочтительнее) или двухслойными перекрестными из реек, расположенных под углом 45^0 к основным ребрам и склеенных с ними и друг с другом.



1 - основные рёбра; 2 - поперечные рёбра; 3 - обшивка; 4 - диафрагмы; 5 - обрамляющие рёбра; 6 - пароизоляция; 7 - утеплитель; 8 - рулонный ковёр

Рисунок 3 – Пример конструктивного решения плиты с клеедощатыми рёбрами, предложенной в Оренбургском государственном университете

При всех положительных качествах предложенного варианта плиты необходимо отметить, что она не реализует всех потенциальных возможностей совершенствования рассматриваемого класса конструкций. Дальнейшие разработки для повышения технико-экономических показателей крупноразмерных совмещенных плит покрытия на деревянном каркасе могут быть проведены с учетом следующих предложений:

- предусматривать в проектных решениях применение крупноразмерных плит как конструкций «на пролет» с опиранием их на продольные подстропильные элементы или на продольные несущие стены;

- вместо клеедощатых ребер применять облегченные несущие элементы в виде клеефанерных балок двутаврового или коробчатого поперечного сечения, деревометаллических балок со стенкой из стальных профилированных листов, сквозных элементов и т.п.;

- применение для обшивок вместо фанеры других листовых материалов на основе древесины, например, OSB, LVL и им подобные, которые в настоящее время широко выпускаются отечественной промышленностью и в широкой номенклатуре присутствуют на российском строительном рынке;

- при проектировании плит широко использовать методы оптимизации разрабатываемых конструктивных решений, при этом в качестве варьируемых параметров учитывать такие факторы как рациональные поперечные сечения

основных несущих ребер, материал обшивок из листовых материалов на основе древесины, тип утеплителя и т.п.

Несомненно, что принятие того или иного конструктивного решения крупноразмерных совмещенных плит покрытия на деревянном каркасе должно учитывать технические и технологические возможности региона строительства, опираться на соответствующее технико-экономическое обоснование. Комплексный учет всех вышеизложенных рекомендаций обеспечит повышение эффективности строительства из дерева и его конкурентоспособность.

Список литературы

1. Жаданов, В.И. Большеразмерные совмещенные плиты из клееной древесины и пространственные конструкции на их основе / В.И. Жаданов, Г.И. Гребенюк, П.А. Дмитриев // Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2007. – 209 с.

2. Пятикрестовский, К.П. Вопросы дальнейшего совершенствования конструкций с применением древесины и новых плитных материалов [Текст] / К.П. Пятикрестовский // Пространственные конструкции: сб. трудов РААСН, 2007. – №9. – С. 49 – 51.

3. Дмитриев, П.А. Пространственные индустриальные конструкции для покрытий зданий / П.А. Дмитриев, В.И. Жаданов, И.С. Инжутов, Ю.Д. Стрижаков // Изв. ВУЗов. Строительство и архитектура, 1989. – № 2. – С. 23 – 27.

4. Жаданов, В. И. Деревянные панельные конструкции для малоэтажного строительства [Электронный ресурс] : монография / В. И. Жаданов, Д. А. Украинченко. – Оренбург : ОГУ. – 2013. – ISBN 978-5-4417-0290-4. – 389 с.

ПРОБЛЕМАТИКА ПОВЫШЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

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

Улучшение жилищных условий населения является одним из приоритетов развития национальной экономики России, так как жилищная политика вновь должна стать одним из решающих факторов демографического развития [1]. Приоритет на создание комфортных условий для проживания граждан остается актуальным и в соответствии с Указом Президента РФ от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 г.».

В России одним из главных элементов системы модернизации жилищного фонда с 2014 года стали региональные программы капитальных ремонтов общего имущества в многоквартирных домах: от их финансовой устойчивости и организационной эффективности зависит жизнеспособность всей системы.

Вопросы финансовой составляющей программ капитального ремонта многоквартирных домов всегда были в центре внимания ученых. С самого начала функционирования новой системы капитального ремонта многоквартирных домов в России в ряде исследований российских авторов [2, 3] отмечались финансовые риски региональных программ. В первую очередь делались акценты на недостаточность финансирования региональных программ только за счет средств собственников жилья, обосновывая необходимость привлечения бюджетных средств и дополнительных источников финансирования с использованием новых механизмов их расходования.

Ряд исследователей предлагают, для предотвращения проблемных аспектов финансирования капитального ремонта многоквартирных домов ограничить объема средств, заимствуемых для капитального ремонта многоквартирного дома из фондов капитального ремонта других многоквартирных домов, объемом прогнозных поступлений взносов на капитальный ремонт до окончания срока региональной программы [4].

Многие исследователи подчеркивают, что региональный оператор при выполнении капитальных ремонтов домов, расходует средства, полученные от одних собственников, выбравших этот способ формирования фонда капитального ремонта, на ремонт домов других собственников, создавая тем самым риски накопления необходимой суммы на ремонт дома, не включенного в текущем периоде в региональную программу капремонта [5].

Исследованию проблем повышения эффективности системы управления капитальным ремонтом многоквартирных домов посвящены работы многих авторов, однако ряд актуальных задач остается нерешенным, в том числе

недостаточно уделено внимание зависимости финансовой устойчивости системы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах от различных организационно-технологических и управленческих решений.

Высокая социально-экономическая значимость рассматриваемой проблемы выявила необходимость разработки методов организационно-технологических и управленческих решений при проведении работ по капитальному ремонту общего имущества в многоквартирных домах, позволяющих повысить срок жизни МКД, обеспечивая экономическую эффективность и уменьшая эксплуатационные затраты.

В Оренбургской области капитальный ремонт общего имущества многоквартирных домов осуществляется в соответствии с утвержденной Правительством области региональной программой сроком на 30 лет (2014-2043 года), которая включает 9 710 МКД общей площадью более 31 млн. кв. метров. В программу включены все многоквартирные дома, расположенные на территории Оренбургской области за исключением признанных на тот момент аварийными и дома в которых менее 5- квартир.

Доля МКД, собственники помещений в которых формируют фонд капитального ремонта на счете регионального оператора составляет – 91,03%, на специальном счете – 8,97%.

За 9 лет реализации региональной программы капитального ремонта на территории Оренбургской области было отремонтировано 5085 видов общедомового имущества, из которых: 1528 крыш, 597 фасадов, 2066 внутридомовых инженерных систем, заменено 1646 единиц лифтового оборудования в 497 домах и 397 видов прочих работ (фундаменты, подвалы и т.д.) [6].

Основными источниками финансирования региональной программы и её краткосрочных планов в Оренбургской области являются средства собственников помещений в многоквартирных домах и в небольшом объеме – средства местных бюджетов.

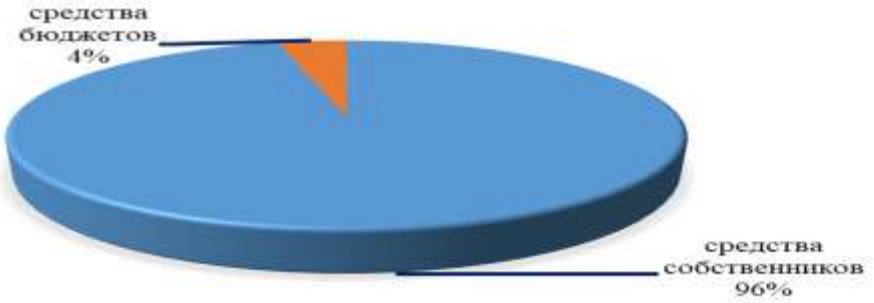


Рисунок 1 – Структура финансирования работ по капитальному ремонту МКД в Оренбургской области за период с 2014 по 2022 гг.

Минимальный размер взноса в Оренбургской области утверждается правительством области на трехгодичный период и предусматривает дифференциацию размера взноса в зависимости от этажности многоквартирных домов:

– до трех этажей включительно;
– четыре и пять этажей;
– от шести этажей и выше.

Стоит отметить, что минимальный размер взноса в Оренбургской области ежегодно индексируется на 7%, что является выше уровня инфляции.

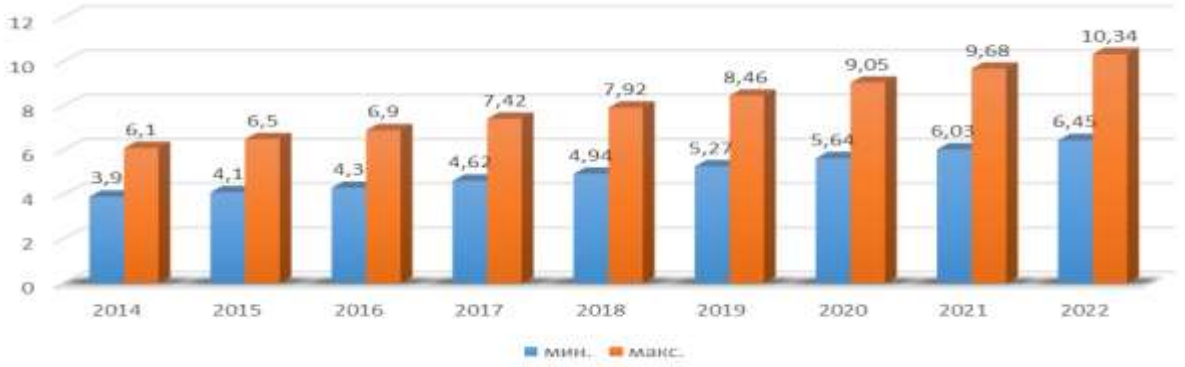


Рисунок 2 – Динамика роста минимального размер взноса

В настоящее время в Оренбургской области за счет минимального размера взноса на капитальный ремонт, собираемого с граждан, обеспечивается лишь 40% необходимого объема финансирования для реализации региональной программы капитального ремонта и установленный дифференцированный размер взноса не обеспечивает возвратность средств, затраченных на реализацию региональной программы капитального ремонта общего имущества многоквартирных домов малой этажности.

Сложившаяся практика работы показала, что стоимость работ на квадратный метр увеличивается с уменьшением этажности многоквартирного дома. Стоимость работ на квадратный метр в домах с этажностью 1-5 этажа в 2-6 раз выше, чем в домах от 6 этажей и выше.

Стоит отметить, что темп включения в краткосрочный план реализации региональной программы капитального ремонта составляет по области 25,96 %.

Вместе с неоспоримыми преимуществами результатов реализации программы, опыт проведения ремонта за первые 8 лет определил ряд проблем, связанных с выполнением работ и (или) услуг по капитальному ремонту.

И одна из самых больших проблем которую сейчас приходится решать государству – это повышение финансовой устойчивости системы капитального ремонта. Деньги, которые ежемесячно оплачивают собственники в виде взносов на капитальный ремонт должны использоваться эффективно, только при этом условии возможно выполнение поставленных задач.

В целях уменьшения рисков возникновения дефицита и снижения финансовой устойчивости региональной программы Правительством Оренбургской области разработан региональный план обеспечения финансовой устойчивости региональной программы капитального ремонта.

Мероприятия, утвержденные указом, в соответствии с методикой оценки финансовой устойчивости и рисков региональных программ капитального

ремонта общего имущества в многоквартирных домах должны были к декабрю 2023 года вывести систему капитального ремонта Оренбургской области на показатели группы Р0 (допустимая степень риска).

Таблица 1 – Целевые показатели оценки финансовой устойчивости

Наименование показателя функционирования	Значение показателя на дату утверждения плана (%)	Значение показателя по итогам 2019 года (%)	Значение показателя по итогам 2020 года (%)	Значение показателя по итогам 2021 года (%)
Общее обеспечение программы	63,70	63,80	72,85	77,27
Базовое обеспечение программы	50,60	62,37	72,33	75,04
Расширенный показатель обеспечения программы	79,20	81,83	89,95	98,65
Валовое покрытие базовых обязательств регионального оператора	50,20	62,09	72,29	75,02
Общее обеспечение программы регионального оператора	60,10	60,85	74,34	77,95
Обеспечение краткосрочных обязательств регионального оператора	66,50	80,24	100,00	100,00

Для сравнения планируемых и достигнутых значений показателей произведем расчет финансовой устойчивости системы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории Оренбургской области на отчетную дату, т.е. на 31 декабря 2023 года.

В расчетах будем использовать данные отчета о реализации региональной программы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории Оренбургской области за четвертый квартал 2023 года, размещенные на официальном сайте «Реформа ЖКХ».

Основные параметры действующей редакции региональной программы капитального ремонта (далее – РПКР) в Оренбургской области представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные параметры системы капитального ремонта многоквартирных домов Оренбургской области

Наименование параметра	Единица измерения	Значение параметра
1	2	3
Продолжительность действия РПКР	лет	30 лет
Последний год РПКР		2043
Начислено взносов на капитальный ремонт в 2021 г.	млн. руб.	2 270,12
Собрано взносов на капитальный ремонт в 2021 г.	млн. руб.	2 152,98
Задолженность собственников по уплате взносов на капитальный ремонт	млн. руб.	1 266,18
Бюджетная поддержка	млн. руб.	139,91
Количество МКД в РПКР	ед.	9 717
Площадь МКД в РПКР,	тыс. кв.м.	31 429,06

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Площадь помещений, по которой осуществляется начисление взносов, тыс. кв.м.	тыс. кв.м.	20 618,41
Площадь МКД в РПКР ("котёл")	тыс. кв.м.	19 250,32
Количество работ, запланированных на прошлый период, но не выполненных на начало года и выполняющихся в 2021 году	шт.	35
Конструктивные элементы и системы в РПКР, всего	шт.	65 461
Внутридомовые инженерные системы электроснабжения	шт.	9 462
Внутридомовые инженерные системы теплоснабжения	шт.	7 497
Внутридомовые инженерные системы газоснабжения	шт.	5 542
Внутридомовые инженерные системы водоснабжения	шт.	8 338
Внутридомовые инженерные системы водоотведения	шт.	5 476
Лифты, лифтовые шахты, машинные и блочные помещения	шт.	4 452
Крыши	шт.	9 661
Подвалы	шт.	4 272
Фасады	шт.	5 209
Фундаменты	шт.	5 552

Проведенный расчет всех показателей, рекомендуемых Минстроем РФ [7] показывает, что планируемые показатели не достигнуты.

Таблица 3 – Сравнение показателей оценки финансовой устойчивости

Наименование показателя функционирования	Значение планируемых показателей по итогам 2023 года (%)	Значение фактических показателей по итогам 2023 года (%)
Общее обеспечение программы	77,27	61,53
Базовое обеспечение программы	75,04	71,04
Расширенный показатель обеспечения программы	98,65	62,81
Валовое покрытие базовых обязательств регионального оператора	75,02	55,64
Общее обеспечение программы регионального оператора	77,95	75,30
Обеспечение краткосрочных обязательств регионального оператора	100,00	43,96

Проанализировав результаты реализации программы и планов капитального ремонта, были выявлены основные факторы, влияющие на снижение финансовой устойчивости:

1) программа капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах сформирована не на актуальных и достоверных данных о фактическом состоянии жилищного фонда:

– в программу включены аварийные дома, подлежащие сносу и реконструкции;

– в программу включены дома с высоким процентом физического износа, ремонт которых экономически нецелесообразен;

– в программу несвоевременно включаются вновь введённые дома;

– сроки проведения работ, предусмотренные программой, не соответствуют фактическому техническому состоянию многоквартирного дома.

2) утвержденный размер минимального взноса на капитальный ремонт общего имущества в многоквартирных домах экономически необоснованный;

3) снижение стоимости работ по капитальному ремонту приводит к сокращению межремонтного срока и как следствие к увеличению расходов в долгосрочной перспективе.

В заключение можно отметить, что выработка организационно-технологических и управленческих решения при проведении работ по капитальному ремонту общего имущества в многоквартирных домах, позволяющих устранить вышеперечисленные факторы риска, позволит достигнуть значений целевых показателей региональной программы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах.

Список литературы

1. Послание Президента РФ Владимира Путина Федеральному Собранию: послание Президента РФ Федеральному Собранию от 12 дек. 2013 г. // Российская газета. - 2013. - № 11. - С. 34–40.

2. Айзинова И.М. Капитальный ремонт в экономическом и социальном измерении // Проблемы прогнозирования. 2023. №4 (157) С. 124 – 137.

3. Сорокин М.А., Сорокина Г.В. Взносы на капитальный ремонт многоквартирных домов в РФ: о мнимых и истинных бенефициарах // Вестник Томского государственного университета. Экономика. - 2022. - № 40. - С. 141 – 151.

4. Ермишина А.В., Мозгунова М.А. Оценка финансовой устойчивости региональных программ капитального ремонта многоквартирных домов в России // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. - 2020. - № 4. - С. 83-90.

5. Самосудова Н.В. Проблемы финансирования капитального ремонта многоквартирных домов // Строительство: наука и образование. - 2022. - № 3.

6. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 1 декабря 2016 г. N 871/пр «Об утверждении форм мониторинга и отчетности реализации субъектами Российской Федерации региональных программ капитального ремонта общего имущества в

многоквартирных домах и признании утратившими силу отдельных Приказов Минстроя России» (с изменениями и дополнениями). // Электронный ресурс/ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_364191/

7. Указ Губернатора Оренбургской области № 558-ук «Проведение капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории Оренбургской области, в 2014–2043 годах» на период с 2019 по 2023 год // Электронный ресурс / https://base.garant.ru/73169482/.

ХАРАКТЕРИСТИКИ СВЕТОПРОПУСКАНИЯ РЕШЕТОЧНОГО СМАРТ-ОКНА С УГЛОВОЙ СЕЛЕКТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИЕЙ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Закируллин Р.С., д-р техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Смарт-окна позволяют достичь комфортных условий естественного освещения, инсоляции и солнцезащиты в помещениях для обеспечения требований СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Представлено смарт-окно с функцией оптимизированной угловой селективной фильтрации солнечного излучения путем минимизации светопропускания окна в заданную дату и время суток с учетом азимута ориентации окна, географической широты, сезонного и суточного распределения интенсивности солнечной радиации. Угловую селективность светопропускания смарт-окна обеспечивает оптический фильтр с двумя тонкопленочными поверхностными решетками с чередующимися пропускающими и непропускающими параллельными полосами, за счет которых происходит адаптированное к сложной траектории движения солнца регулирование светопропускания окна без применения жалюзи и т. п. устройств. Приведен метод расчета теоретической и действительной характеристики светопропускания смарт-окна при разных геометрических параметрах решеток оптического фильтра.

Инновации в современной архитектуре и строительстве тесно связаны с понятием «умный дом». Неотъемлемым элементом такого дома является смарт-окно [1–3], которое при изменении температуры окружающей среды, интенсивности солнечной радиации в том или ином спектральном диапазоне или при приложении слабого постоянного тока изменяет коэффициент светопропускания во всем оптическом диапазоне или в определенных спектральных диапазонах. В смарт-окнах применяются низкоэмиссионные [4], термохромные [5], термотропные [6], фотохромные [7] и электрохромные [8] смарт-стекла.

Современные смарт-окна с саморегулированием светопропускающих характеристик в зависимости от изменения внешних условий, тем не менее, не могут регулировать светопропускание в зависимости от угла падения солнечных лучей, т. е. от положения солнца по отношению к окну в данный момент времени. Для этих целей используются жалюзи и т. п. устройства с ручным или автоматическим управлением [9].

Для углового селективного регулирования направленного светопропускания окна без применения жалюзи и т. п. предложен решеточный оптический фильтр, обзор всех видов которых приведен в обзоре [10]. Две

тонкопленочные поверхностные решетки фильтра, состоящие из направленно пропускающих параллельных полос, чередующихся с отражающими, поглощающими или рассеивающими полосами, обеспечивают регулирование светопропускания окна, адаптированное к сложной траектории движения солнца относительно него.

Методы расчета оптимального угла наклона решеток фильтра с учетом азимута ориентации окна и географической широты здания, расчета оптимальных значений ширин полос обеих решеток и их сдвига друг относительно друга для минимизации светопропускания окна для заданной даты и времени суток с учетом сезонного и суточного распределения интенсивности солнечной радиации продемонстрированы в [10]. Данная статья посвящена разработке метода расчета теоретической и реальной (требуемой) угловой характеристики светопропускания фильтра для обеспечения минимального коэффициента светопропускания в течение заданного момента времени или временного интервала в зависимости от распределения значений ширин полос обеих решеток фильтра.

Теоретическая угловая характеристика светопропускания фильтра рассчитывается по графоаналитическому методу [10], когда источник света перемещается в плоскости, перпендикулярной полосам решетки фильтра и угол падения Θ изменяется в той же плоскости. Характеристика состоит из чередующихся участков с убывающим, минимальным, возрастающим и максимальным светопропусканием (линия 1 на рис. 1), если минимум светопропускания фильтра осуществляется в некотором интервале времени (угловом диапазоне). Линия 2 показывает случай, когда минимум светопропускания достигается в определенный момент времени, т. е. при определенном угле падения (в этом случае светопропускание фильтра равно нулю). Угловая характеристика фильтра симметрична относительно характеристического угла фильтра Θ_c, показывающего сдвиг входных и выходных решеток друг относительно друга.

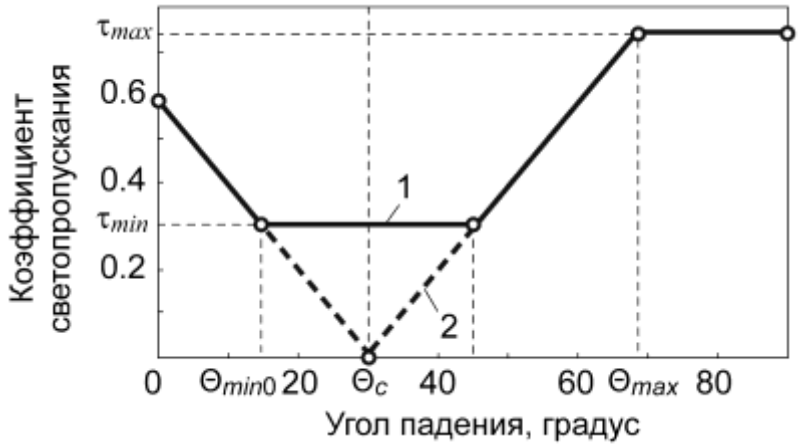


Рисунок 1 – Угловые характеристики фильтра: 1 – с минимальным коэффициентом светопропускания в интервале углов падения, 2 – с минимальным коэффициентом светопропускания при одном угле падения

Если необходимо, чтобы коэффициент светопропускания окна был минимальным в течение некоторого интервала времени светового дня, то задается время t_{min0}, когда должен начаться этот интервал. Для этого времени по формулам, приведенным в [10] для одинарного и двойного остекления окна, рассчитываются координаты x и y следов точки падения солнечного луча на входную поверхность фильтра, оставляемых на его выходной поверхности. Для тройного остекления расчетные формулы такие же, как для двойного, т. к. для решеток фильтра в этом случае используются внутренние поверхности одной из камер.

Далее, для заданного времени t_{min0} определяется проекция Θ_{min0} (рисунок 1) угла падения на плоскость, перпендикулярную к полосам решеток фильтра. Эта проекция учитывает угол наклона γ решеток фильтра, рассчитываемый по методу, приведенному в [10]. Проекции углов падения на указанную плоскость определяются по формуле:

$$\Theta = \arctan\left(\left\{\sqrt{x^2+y^2}\cos\left[\gamma - \arctan\left(x/y\right)\right]\right\}\Big/ s\right), \qquad (1)$$

где s – расстояние между решетками фильтра, мм.

Максимальное реальное (требуемое) значение коэффициента светопропускания окна τ_{rmax} задается в пределах: $0{,}30 \le \tau_{rmax} \le 0{,}88$ (для одинарного остекления), $0{,}30 \le \tau_{rmax} \le 0{,}80$ (для двойного остекления) и $0{,}30 \le \tau_{rmax} \le 0{,}72$ (для тройного остекления). Верхние предельные значения приведены для нормального падения солнечных лучей. Задается также время t_{max}, когда коэффициент светопропускания должен быть максимальным. Для этого времени рассчитываются координаты x и y и по формуле (1) определяется проекция Θ_{max} (рисунок 1) угла падения на плоскость, перпендикулярную к полосам решеток фильтра.

Теоретический коэффициент светопропускания с учетом отражения по уравнениям Френеля и поглощения по закону Бугера-Ламберта для одинарного остекления рассчитывается как:

$$\tau = \tau_r \Bigg/ \left[\left(1 - 0.5\left\{\frac{\sin^2\left[\Theta - \arcsin(\sin\Theta/n)\right]}{\sin^2\left[\Theta + \arcsin(\sin\Theta/n)\right]} + \frac{\tan^2\left[\Theta - \arcsin(\sin\Theta/n)\right]}{\tan^2\left[\Theta + \arcsin(\sin\Theta/n)\right]}\right\}\right)^2 \times \exp\left(-\alpha_a s\sqrt{\frac{1+\sin^2\Theta}{n^2-\sin^2\Theta}}\right)\Bigg], \qquad (2)$$

где τ_r – реальный коэффициент светопропускания; α_a – натуральный показатель поглощения оконного стекла, мм$^{-1}$; n – показатель преломления стекла; s – толщина стекла, мм.

Для двойного и тройного остекления в формуле (2) меняется показатель степени, соответственно, на 4 и 6, а также вместо толщины стекла s подставляется суммарная толщина всех слоев остекления.

Минимальный и максимальный теоретические коэффициенты светопропускания τ_{min} и τ_{max} определяются по формуле (2) при подстановке

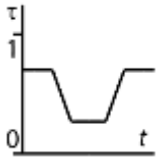
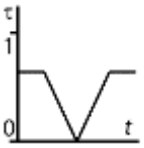
соответствующих значений Θ_{min0} и Θ_{max}, τ_{rmin} и τ_{rmax}. При построении линий 1 и 2 на рисунке 1 учитывается, что характеристика светопропускания симметрична относительно характеристического угла фильтра.

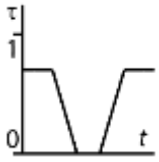
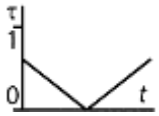
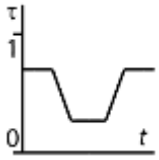
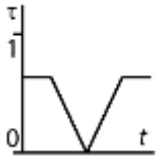
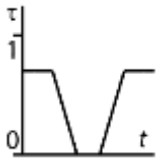
Для аналитического расчета коэффициента светопропускания при разных углах падения необходимо определить сдвиг Δ между следами входной решетки на плоскости выходной решетки при характеристическом угле фильтра и произвольном угле падения:

$$\Delta = \sqrt{x_{min}^2 + y_{min}^2}\cos\left(\gamma - \arctan\frac{x_{min}}{|y_{min}|}\right) - \sqrt{x^2 + y^2}\cos\left(\gamma - \arctan\frac{x}{|y|}\right). \qquad (3)$$

В зависимости от распределения значений ширин полос обеих решеток при известном значении этого сдвига можно выделить разные диапазоны углов падения. В таблице 1 показаны расчетные формулы и разновидности временных (соответствующих углам падения солнечных лучей в течение светового дня) характеристик коэффициента светопропускания в различных диапазонах для разных ширин пропускающих полос c_1 и c_2 входной и выходной решеток и непропускающих полос c_2 и c_4 входной и выходной решеток.

Таблица 1. Границы диапазонов, расчетные формулы и характеристики светопропускания в зависимости от соотношений ширин полос

Соотношение ширин полос	Границы диапазона	Расчетная формула	Характеристика светопропускания
$c_2 < c_4;\ c_2 < c_3$	$-0.5c_1 - 0.5c_2 \le \Delta < -0.5c_2 - 0.5c_3$ $-0.5c_2 - 0.5c_3 \le \Delta \le -0.5c_1 + 0.5c_4$ $-0.5c_1 + 0.5c_4 < \Delta < 0.5c_1 - 0.5c_4$ $0.5c_1 - 0.5c_4 \le \Delta \le 0.5c_2 + 0.5c_3$ $0.5c_2 + 0.5c_3 < \Delta \le 0.5c_1 + 0.5c_2$	$\tau = \frac{c_3}{c_1 + c_2}$ $\tau = \frac{\lvert\Delta\rvert - 0.5c_2 + 0.5c_3}{c_1 + c_2}$ $\tau = \frac{c_3 - c_2}{c_1 + c_2}$ $\tau = \frac{\lvert\Delta\rvert - 0.5c_2 + 0.5c_3}{c_1 + c_2}$ $\tau = \frac{c_3}{c_1 + c_2}$	
$c_2 < c_4;\ c_2 = c_3$	$-0.5c_1 - 0.5c_2 \le \Delta < -0.5c_2 - 0.5c_3$ $-0.5c_2 - 0.5c_3 \le \Delta \le 0$ $0 < \Delta \le 0.5c_2 + 0.5c_3$ $0.5c_2 + 0.5c_3 < \Delta \le 0.5c_1 + 0.5c_2$	$\tau = \frac{c_3}{c_1 + c_2}$ $\tau = \frac{\lvert\Delta\rvert - 0.5c_2 + 0.5c_3}{c_1 + c_2}$ $\tau = \frac{\lvert\Delta\rvert - 0.5c_2 + 0.5c_3}{c_1 + c_2}$ $\tau = \frac{c_3}{c_1 + c_2}$	
	$-0.5c_1 - 0.5c_2 \le \Delta < -0.5c_2 - 0.5c_3$	$\tau = \frac{c_3}{c_1 + c_2}$	

$c_2 < c_4;\ c_2 > c_3$	$-0.5c_2 - 0.5c_3 \le \Delta \le 0.5c_1 - 0.5c_4$ $0.5c_1 - 0.5c_4 < \Delta < -0.5c_1 + 0.5c_4$ $-0.5c_1 + 0.5c_4 \le \Delta \le 0.5c_2 + 0.5c_3$ $0.5c_2 + 0.5c_3 < \Delta \le 0.5c_1 + 0.5c_2$	$\tau = \frac{\lvert\Delta\rvert - 0.5c_2 + 0.5c_3}{c_1 + c_2}$ $\tau = 0$ $\tau = \frac{\lvert\Delta\rvert - 0.5c_2 + 0.5c_3}{c_1 + c_2}$ $\tau = \frac{c_3}{c_1 + c_2}$	
$c_2 = c_4;\ c_2 = c_3$	$-0.5c_1 - 0.5c_2 \le \Delta \le 0$ $0 < \Delta \le 0.5c_1 + 0.5c_2$	$\tau = \frac{\lvert\Delta\rvert}{c_1 + c_2}$ $\tau = \frac{\lvert\Delta\rvert}{c_1 + c_2}$	
$c_2 > c_4;\ c_2 < c_3$	$-0.5c_1 - 0.5c_2 \le \Delta < -0.5c_1 - 0.5c_4$ $-0.5c_1 - 0.5c_4 \le \Delta \le -0.5c_1 + 0.5c_4$ $-0.5c_1 + 0.5c_4 < \Delta < 0.5c_1 - 0.5c_4$ $0.5c_1 - 0.5c_4 \le \Delta \le 0.5c_1 + 0.5c_4$ $0.5c_1 + 0.5c_4 < \Delta \le 0.5c_1 + 0.5c_2$	$\tau = \frac{c_1}{c_1 + c_2}$ $\tau = \frac{\lvert\Delta\rvert - 0.5c_2 + 0.5c_3}{c_1 + c_2}$ $\tau = \frac{c_3 - c_2}{c_1 + c_2}$ $\tau = \frac{\lvert\Delta\rvert - 0.5c_2 + 0.5c_3}{c_1 + c_2}$ $\tau = \frac{c_1}{c_1 + c_2}$	
$c_2 > c_4;\ c_2 = c_3$	$-0.5c_1 - 0.5c_2 \le \Delta < -0.5c_1 - 0.5c_4$ $-0.5c_1 - 0.5c_4 \le \Delta \le 0$ $0 < \Delta < 0.5c_1 + 0.5c_4$ $0.5c_1 - 0.5c_4 \le \Delta \le 0.5c_1 + 0.5c_4$	$\tau = \frac{c_1}{c_1 + c_2}$ $\tau = \frac{\lvert\Delta\rvert - 0.5c_2 + 0.5c_3}{c_1 + c_2}$ $\tau = \frac{\lvert\Delta\rvert - 0.5c_2 + 0.5c_3}{c_1 + c_2}$ $\tau = \frac{c_1}{c_1 + c_2}$	
$c_2 > c_4;\ c_2 > c_3$	$-0.5c_1 - 0.5c_2 \le \Delta < -0.5c_1 - 0.5c_4$ $-0.5c_1 - 0.5c_4 \le \Delta \le 0.5c_1 - 0.5c_4$ $0.5c_1 - 0.5c_4 < \Delta < -0.5c_1 + 0.5c_4$ $-0.5c_1 + 0.5c_4 \le \Delta \le 0.5c_1 + 0.5c_4$ $0.5c_1 + 0.5c_4 < \Delta \le 0.5c_1 + 0.5c_2$	$\tau = \frac{c_1}{c_1 + c_2}$ $\tau = \frac{\lvert\Delta\rvert - 0.5c_2 + 0.5c_3}{c_1 + c_2}$ $\tau = 0$ $\tau = \frac{\lvert\Delta\rvert - 0.5c_2 + 0.5c_3}{c_1 + c_2}$ $\tau = \frac{c_1}{c_1 + c_2}$	

Теоретическая характеристика $\tau = f(t)$ (зависимость коэффициента светопропускания от времени дня) строится по соответствующим расчетным участкам. Теоретическая характеристика корректируется с учетом отражения и

поглощения и строится зависимость реального (требуемого) значения коэффициента светопропускания окна от времени дня $\tau_r=f(t)$. Для этого, из формулы (2) выражается τ_r, вместо Θ подставляются рассчитанные по формуле (1) проекции углов падения на плоскость, перпендикулярную к полосам решеток фильтра, соответствующие времени t.

Разработанный метод расчета теоретической и реальной (требуемой) угловой характеристики светопропускания фильтра позволяет минимизировать значение коэффициента светопропускания в заданный момент времени или в течение заданного временного интервала в зависимости от распределения значений ширин полос обеих решеток фильтра. Смарт-окна с решеточными фильтрами, обеспечивающими регулирование светопропускания окна, адаптированное к сложной траектории движения солнца относительно него без применения жалюзи т. п. устройств, имеют большие перспективы для применения в архитектуре и строительстве.

Список литературы

1. 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. No. 159. Pp. 26–51.

2. Casini M. Smart Buildings: Advanced Materials and Nanotechnology to Improve Energy-Efficiency and Environmental Performance. Woodhead Publishing, 2016.

3. Desideri U., Asdrubali F. Handbook of Energy Efficiency in Buildings. 1 Ed. Butterworth-Heinemann, 2018.

4. Baloukas B., Loquai S., Martinu L. VO_2-based thermally active low emissivity coatings. Sol. Energy Mater. Sol. Cells. 2018. No. 183. Pp. 25–33.

5. Jung K.H., Yun S.J., Slusar T., Kim H.-T., Roh T.M. Highly transparent ultrathin vanadium dioxide films with temperature-dependent infrared reflectance for smart windows // Appl. Surf. Sci. 2022. N 589. 152962.

6. Kim B., Yoo K., Kim S., Park J.S., Seong D.G., Yoon J. Self-adhesive thermotropic smart films for adaptive solar control under various climate conditions // J. Chem. Eng. 2022. N 443. 136471.

7. Cannavale A., Zampini G., Carlucci F., Pugliese M., Martellotta F., Ayr U., et al. Energy and daylighting performance of building integrated spirooxazine photochromic films // Sol. Energy. 2022. N 242. P. 424–434.

8. Reddy G.V.A., Shaik H., Kumar K.N., Shetty H.D., Jafri R.I., Naik R., et al. Synthesis, characterizations, and electrochromic studies of WO_3 coated CeO_2 nanorod thin films for smart window applications // Phys. B: Condens. 2022. N 647. 414395.

9. Fernandes L.L., Lee E.S., McNeil A., Jonsson J.C., Nouidui T., Pang X., Hoffmann S. Angular selective window systems: Assessment of technical potential for energy savings. Energy and Buildings. 2015. No. 90. Pp. 188–206.

10. Zakirullin R.S. Grating optical filters for smart windows: Materials, calculations and prospects // AIMS Materials Science. 2020. N 7. P. 720-771.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ГРАФИКОВ В ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ

Зиннатуллин А. Р.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В настоящих условиях проектирования систем теплоснабжения населенных пунктов становится все более важным улучшение регулирования отпуска тепловой энергии. Одним из доступных способов решения этой проблемы является применение оптимального температурного графика в системах теплоснабжения на основе технико-экономических расчетов [4,7].

Факторы, которые влияют на выбор температурного режима, включают затраты на строительство источников тепла, тепловых сетей и оборудования, стоимость топлива, потери тепла и затраты на транспортировку теплоносителя. Системы централизованного теплоснабжения постоянно совершенствуются как количественно (увеличение площади обслуживания), так и качественно (модернизация и автоматизация элементов), и поэтому возникает необходимость оптимизации температурного графика.

Эта задача особенно актуальна в настоящее время. В результате модернизации систем регулирования теплопотребления произошел переход от качественного к количественно-качественному способу регулирования отпуска тепловой энергии [6,8]. Приведен пример температурного графика центрального теплового пункта после наладки квартальных тепловых сетей. Множество отечественных и зарубежных специалистов работает над оптимизацией, эффективностью и рентабельностью температурного графика в использовании и эксплуатации систем теплоснабжения. В [5] статьей описывается проблема определения оптимальной температуры воды, при этом автор указывает, что нет универсального решения, подходящего для всех паротурбинных ТЭЦ, из-за разнообразия используемых паровых турбин и их конструктивных особенностей.

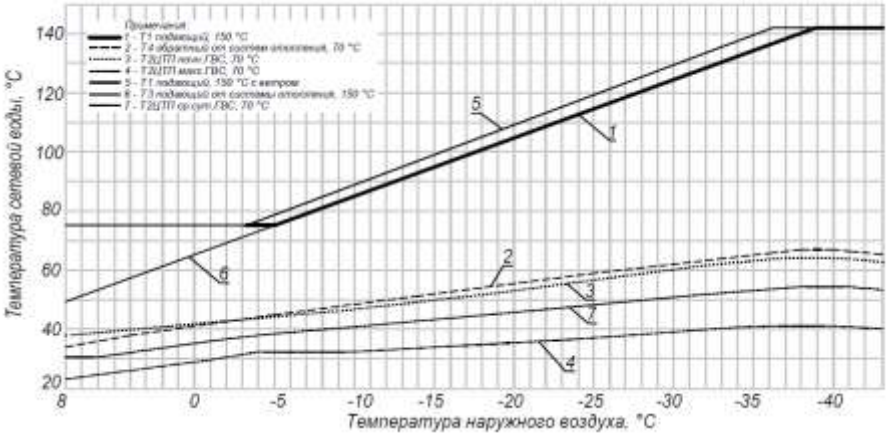


Рисунок 1. Температурный график работы.

Источник: заимствовано из [5]

Автор статьи [5] отмечает, что целью был анализ практики применения пониженных температурных режимов в системах теплоснабжения зарубежных стран и оценка перспектив их использования в российских системах теплоснабжения. Согласно данной работы, улучшение системы теплоснабжения, включая изменение температурного режима и регулирование качества и количества, приведет к значительным преимуществам [5]:

• тепловая энергия будет производиться на ТЭЦ без дополнительного нагрева на водогрейных станциях, что позволит снизить стоимость тепловой энергии для потребителя;

• будет возможно широкое использование пластиковых труб, повышение долговечности трубопроводов и снижение металлоемкости и объемов ремонтов;

• уменьшение потерь тепла через улучшенную теплоизоляцию;

• сокращение затрат на обеспечение компенсационной мощности тепловой сети и увеличение срока службы трубопроводов;

• снижение утечек теплоносителя и потерь тепла из-за неплотностей;

• повышение качества теплоснабжения, так как потребитель будет получать только необходимое количество тепла;

• уменьшение затрат на увеличение диаметра трубопроводов для обеспечения давления и перепадов давления на внутренних системах потребителей;

• сокращение энергозатрат на транспортировку теплоносителя;

• улучшение надежности и безопасности теплоснабжения при возможных аварийных изменениях давления в теплосети.

В условиях перехода к рыночной экономике и изменения систем собственности, управления и освоения новых технологий, хозяйствующие субъекты получают стимул для пересмотра температурного графика в сторону его снижения до уровня, сопоставимого с действующими многоплановыми температурными режимами в системах централизованного теплоснабжения и отопления западных стран [2-3].

Это достигается благодаря использованию источников теплоты на основе когенерации, которые повышают эффективность при низком графике за счет дополнительной выработки электроэнергии. Также снижение тепловых потерь, повышение надежности и долговечности тепловых труб достигается благодаря применению пластиковых предизолированных труб в тепловых сетях. Потребители тепла также получают выгоду от этого пересмотра, так как улучшаются условия комфортности, надежности, экономичности и управляемости внутренних систем отопления и горячего водоснабжения.

Законе № 190-ФЗ и последующих подзаконных актах государство учел эту тенденцию и определило перспективное развитие каждого муниципального образования на период 15-20 лет в соответствии с местными условиями.

В [1] представлена система теплоснабжения, рассчитанная на общепринятый для таких объектов температурный режим 95/70°С (рисунок 2)

[1]. Однако, осознавая очевидную ошибочность данного расчета, в течение первого отопительного периода был проведен эксперимент, в результате которого был составлен график с приведенной температурой 65/55 °С (рис.), из которого видно, что температура сетевой воды на большей части графика уменьшается почти на 30%.

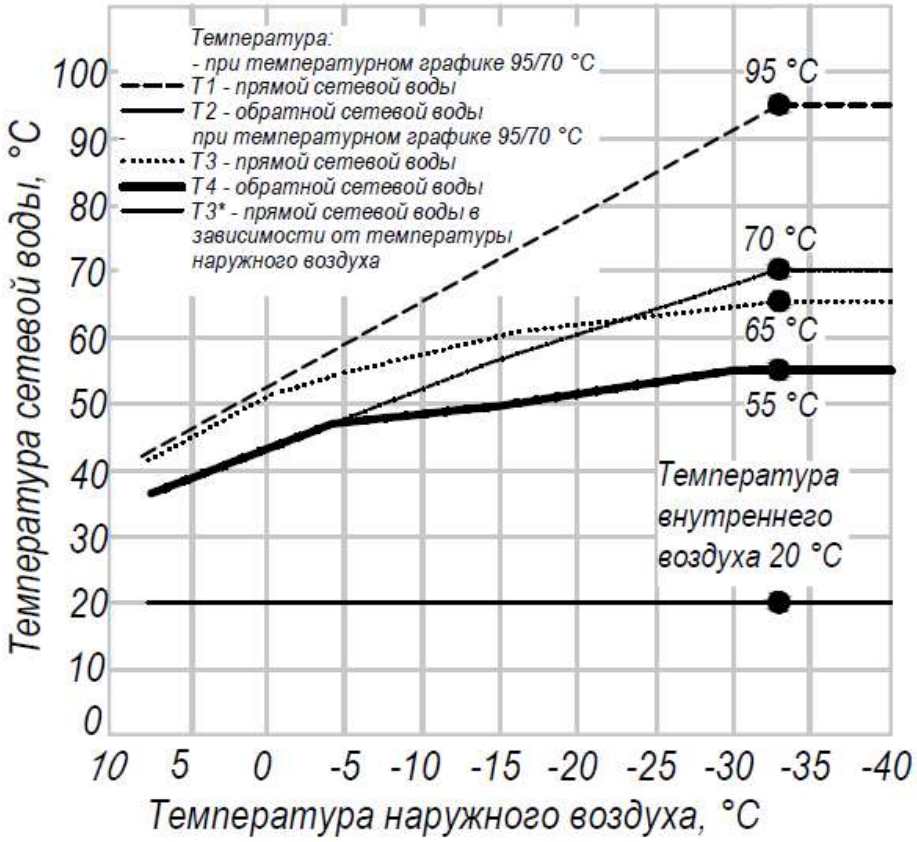


Рисунок 2. [6] Сравнение общепринятого (95/70 °С) и пониженного (65/55 °С) температурных графиков

Источник: разработано автором на основе [1]

По результатам исследования предприятия, проведенного на основе работ авторов [1], не было обнаружено никаких признаков коррозии, включая язвенную (кислородную), а также отложений на внутренних поверхностях труб. Измерения толщины стенок труб также не выявили их износа. Кроме того, были достигнуты значительные экономические выгоды. В 2019 году экономические показатели собственной тепловой сети с расходом природного газа в объеме 103 тыс. м3/год составили 586 350 рублей — это общие затраты на отопление в год для котельной. В случае отсутствия собственной котельной (по тарифу 1 400 рублей/Гкал), затраты только на поставку тепловой энергии составят 1 044 729 рублей. Как видно, собственная система теплоснабжения, обеспечивающая безопасную работу за счет оптимизации температурного режима тепловой сети, позволяет почти вдвое снизить общие затраты на теплоснабжение.

По итогам проведенного в статье анализа выявлено, что оптимизация установки температуры прямой сетевой воды в автоматизированных системах

теплоснабжения позволяет снизить технологические потери при транспортировке теплоносителя и приводит к системной экономии топлива. Это мероприятие можно считать абсолютно эффективным, так как оно учитывает длительную положительную зарубежную практику эксплуатации систем теплоснабжения, наличие технической возможности применения данного решения, а также практически не требует привлечения финансовых затрат.

Список литературы

1. Анализ практики применения пониженных температурных графиков в теплоснабжении в зарубежных странах и оценка перспектив использования в системах теплоснабжения, включающих источники комбинированной выработки электрической и тепловой энергии, режимов с пониженными температурными графиками в целях повышения энергоэффективности и качества предоставляемых услуг по теплоснабжению / В. П. Черненков [и др.] // М.: ЗАО «Инженерный центр «Энергетика города», 2014. 199 с.

2. Варфоломеев Ю. М., Гусаров В. Д. О проблеме надежности систем теплоснабжения с нагруженным резервированием // Известия Академии наук СССР. Энергетика и транспорт. – 1976. – № 1 – С. 157–159.

3. Громов Б. Н., Саламов А. А., Смирнов И. А. Состояние и перспективы развития централизованного теплоснабжения / научный редактор Н. М. Зингер // Итоги науки и техники. Сер. Тепловые электростанции. Теплоснабжение. – Т.3 – М.: ВИНИТИ, 1988. – 131 с.

4. Математическое моделирование и оптимизация развивающихся теплоснабжающих систем / Е. В. Сеннова, В. Г. Сидлер, В. И. Бумагин [и др.]; Ответственный редактор А.П. Меренков. – Новосибирск: Новосибирское отделение издательства "Наука", 1987. – 221 с.

5. Расчет графиков регулирования тепловой нагрузки в независимых автоматизированных системах теплоснабжения / В. П. Черненков, И. Д. Лихачев, М. С. Барышев, М. Б. Рахматулина // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. – 2017. – № 3(32). – С. 27-31. – https://doi.org/10.5281/zenodo.896992.

6. Седнин В.А., Седнин А.В., Богданович М.Л. Оптимизация параметров температурного графика отпуска теплоты в теплофикационных системах. // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2009 – № 4 – 55-62.

7. Яковлев Б. В. Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения. – М.: Новости теплоснабжения, 2008. – 446 с.

8. Rafalskaya T., Filatova T. (2021) Determination of the Temperature Graph of Heat Supply With Minimal Heat Losses. Journal of Physics: Conference Series. Gelendzhik: IOP Publishing. Vol. 2131 No. 3, pp. 1-6. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2131/3/032107 (In Eng.)

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОДНОСТУПЕНЧАТЫХ ВОДОПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ «С ЗАНИЖЕННОЙ ОБРАТКОЙ» НА ТЕМПЕРАТУРУ ОБРАТНОЙ СЕТЕВОЙ ВОДЫ ИЗ ТЕПЛОВОГО ПУНКТА

Изаак С.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Принятая методика расчёта параметров для выбора одноступенчатых водоподогревателей горячего водоснабжения (ГВС), работающих в водяной системе теплоснабжения, предполагает принимать расчётную температуру греющей воды на выходе из теплообменника $\tau_3^{/} = T_{2г}^{изл} = 30\ ^{o}C$[1] [1], [2]. Опыт эксплуатации при этом показывает, что с течением времени теплопередача в теплообменнике снижается (засорение каналов, отложения на внутренних поверхностях теплообмена и т.п.), и недостаток эффективной площади теплообмена компенсируется повышенным против проектного расходом греющей воды, что в свою очередь приводит к повышению температуры обратной сетевой воды на выходе из водоподогревателя и, как следствие, из теплового пункта. Последнее имеет следующие негативные последствия, снижающие эффективность работы системы теплоснабжения:

– увеличение тепловых потерь в наружной тепловой сети из-за более высокой разности температур обратной воды в трубопроводе и окружающей среды;

– если источник теплоснабжения – ТЭЦ, то при более высокой температуре обратной сетевой воды снижается КПД её термодинамического цикла, что приводит к увеличению расходов топлива в процессе генерации;

– увеличение расхода электроэнергии на перекачку большего количества сетевой воды;

– увеличение потерь энергии потока теплоносителя (потерь напора) в трубопроводах тепловой сети с соответственным снижением располагаемого напора на вводе.

Одноступенчатая схема водоподогревателя горячего водоснабжения характеризуется тем, что теплообменник ГВС подключается параллельно системе отопления, поэтому такую схему называют ещё и одноступенчатой параллельной, рисунок 1.

[1] Расчётным режимом для подбора водоподогревателя горячего водоснабжения при центральном качественном регулировании является точка излома температурного графика – в этом режиме температура греющего теплоносителя низка (обычно 70…75 °С), холодная вода также имеет низкую температуру (5 °С) и при этом ещё работает система отопления. Этот режим характеризуется наибольшей потребной площадью теплообмена водоподогревателя.

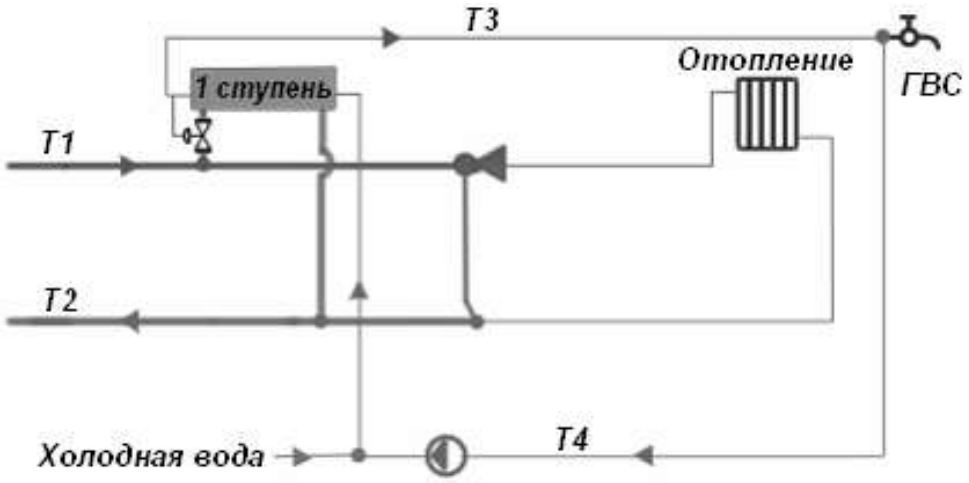


Рисунок 1 – Тепловой пункт с одноступенчатым водоподогревателем ГВС и элеваторным присоединением отопления

Эта схема применяется, когда тепловая нагрузка горячего водоснабжения существенно выше или ниже отопительной. Действующие нормы регламентируют выбор схемы водоподогревателя ГВС в зависимости от соотношения максимальной тепловой нагрузки горячего водоснабжения Q_{hmax} и максимальной тепловой нагрузки отопления Q_{omax} следующим образом [2]:

– если значение отношения (Q_{hmax} / Q_{omax}) не более 0,2 или не менее[2] 1,2, то применяется одноступенчатая параллельная схема;

– если значение отношения (Q_{hmax} / Q_{omax}) более 0,2 или менее 1,2, то применяется одноступенчатая параллельная схема.

Также отмечено, что при наличии технико-экономического обоснования одноступенчатая схема может применяться и в случае теплоснабжения от небольших котельных независимо от соотношения тепловых нагрузок [3].

Постоянство температуры воды в системе горячего водоснабжения на уровне, обеспечивающем с учётом тепловых потерь трубопроводами системы температуру у водоразборных приборов не ниже 60 ºС [4], поддерживается регулятором температуры, который воздействует на расход греющей воды через водоподогреватель. При этом одноступенчатая схема не имеет «экономайзера», подогревающего воду за счёт использования температурного потенциала обратной воды от других систем теплопотребления (как «нижняя» ступень двухступенчатой схемы) и снижающего таким образом температуру обратной сетевой воды перед выходом из теплового пункта – поэтому перегрев греющей воды на выходе из одноступенчатого водоподогревателя ГВС заметно сказывается на общем повышении температуры T_2 (см. рисунок 1).

Одним из возможных решений указанной проблемы является применение одноступенчатых водоподогревателей «с заниженной обраткой», предложенное в [3]. Сущность этого решения заключается в подборе одноступенчатого теплообменника на более низкую температуру обратной греющей воды, чем

[2] Ранее в [1] – не менее 1.

предусмотренную нормами $\tau_3^{/} = 30\ ^{o}C$. Оценим, насколько в результате реализации такого решения снизится средневзвешенная температура обратной сетевой воды из теплового пункта, для анализа примем объект со следующими исходными данными:

1 Принципиальная схема теплового пункта: как на рисунке 1 (элеваторное присоединение системы отопления и одноступенчатый водоподогреватель ГВС).

2 Температурный график работы тепловой сети, от которой запитан тепловой пункт: качественного регулирования по отопительной нагрузке T_1^{max} – T_2^{max} = 150–70 °С при температуре наружного воздуха, соответствующей наиболее холодной пятидневке обеспеченностью 0,92 $t_o = -31\ ^{o}C$, с изломом по температуре T_1 на 70 °С при температуре наружного воздуха 3 °С, построенный по методике, изложенной в [6].

3 Расчётные значения отношения максимальной тепловой нагрузки ГВС к максимальной тепловой нагрузке отопления:

а) $Q_{hmax} / Q_{omax} = 0{,}1$;

б) $Q_{hmax} / Q_{omax} = 1{,}3$.

4 Сравниваемые варианты одноступенчатого теплообменника ГВС:

а) проектная температура греющей воды на выходе составляет $\tau_3^{/} = 30\ ^{o}C$;

б) проектная температура греющей воды на выходе составляет $\tau_3^{/} = 20\ ^{o}C$.

Прочие проектные параметры сравниваемых теплообменников одинаковы: температура греющей воды на входе в теплообменник $T_1^{изл} = 70\ ^{o}C$; температура нагреваемой воды на входе в теплообменник $t_{вх} = 5\ ^{o}C$; температура нагреваемой воды на выходе из теплообменника $t_{вых} = 65\ ^{o}C$, теплообменник противоточный.

На рисунках 2 и 3 изображены графики средневзвешенных температур T_2 обратной сетевой воды из теплового пункта рассматриваемого объекта при различных температурах наружного воздуха $t_н$ в диапазоне от +8 °С до t_o по убыванию (отопительный период). Средневзвешенная температура T_2 определена как частное от деления суммы произведений расходов и температур обратной воды от теплопотребляющих систем на общий расход сетевой воды из теплового пункта; при этом температура обратной воды от отопления при каждой температуре наружного воздуха соответствует графической, а температура обратной воды от теплообменника ГВС рассчитана по методике [7].

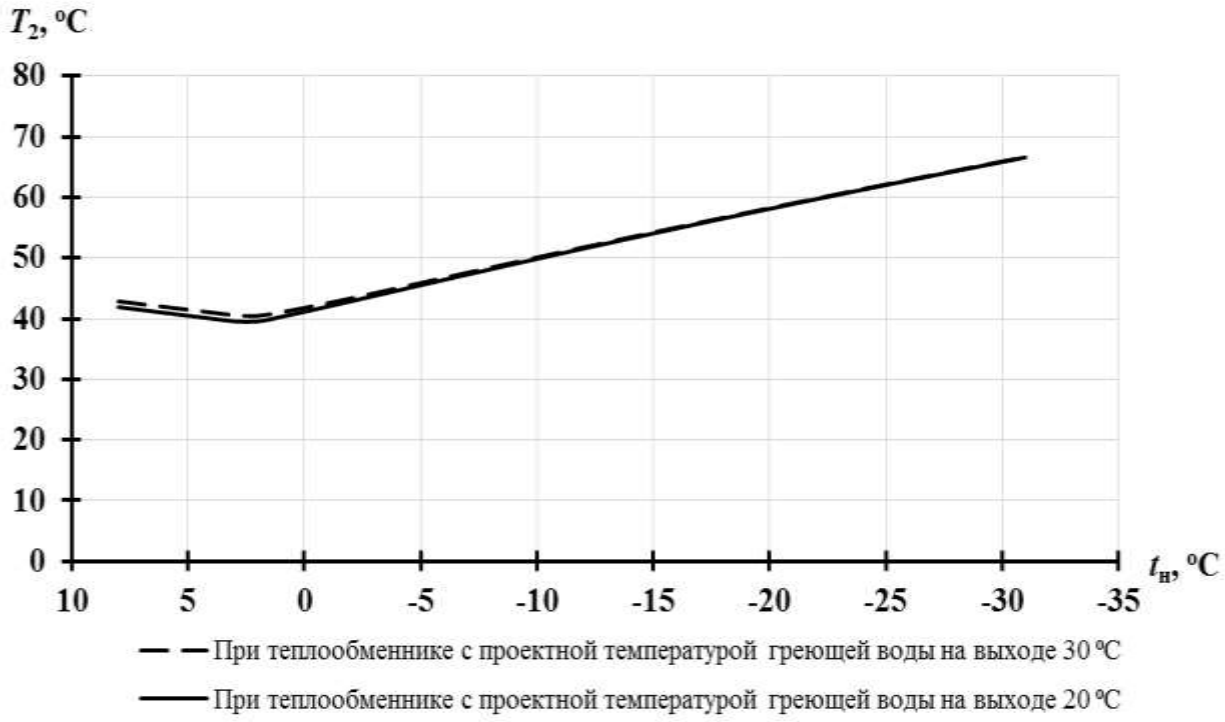


Рисунок 2 – Средневзвешенные температуры T_2 обратной сетевой воды из теплового пункта при $Q_{hmax} / Q_{omax} = 0,1$

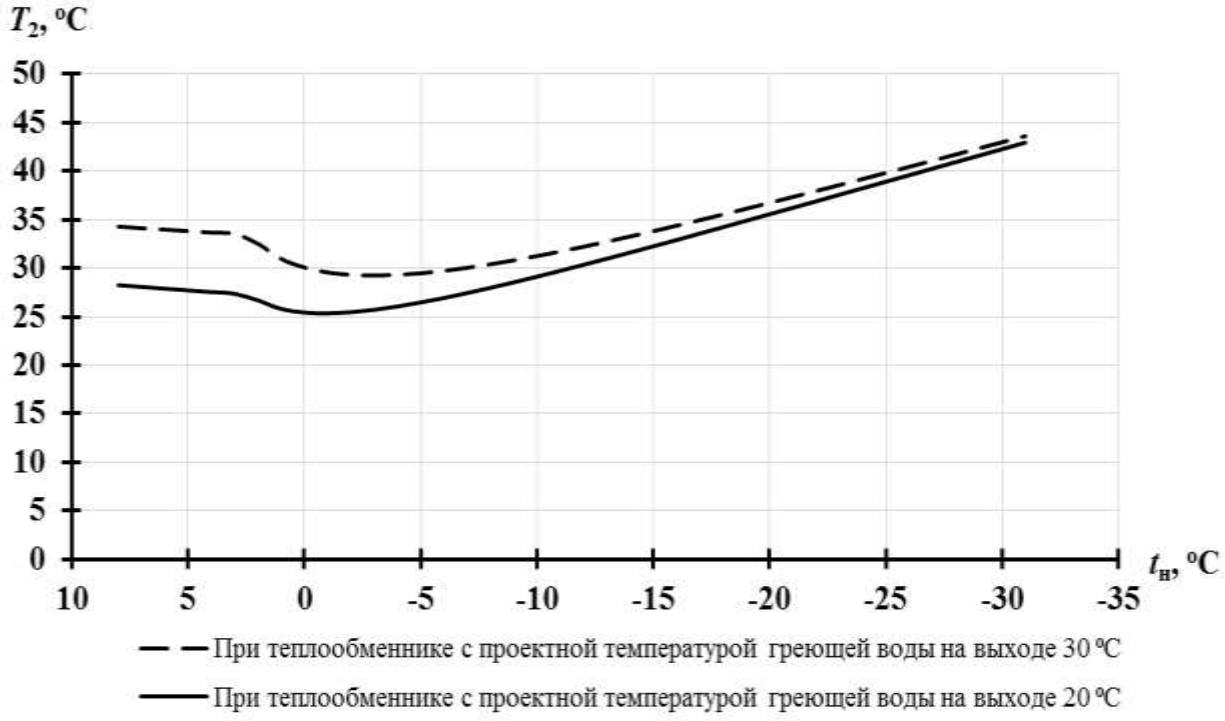


Рисунок 3 – Средневзвешенные температуры T_2 обратной сетевой воды из теплового пункта при $Q_{hmax} / Q_{omax} = 1,3$

Выводы по рассмотрению графиков следующие:

1 При малой тепловой нагрузке ГВС по отношению к нагрузке отопления теплообменник «с заниженной обраткой» не даёт значимого эффекта в плане снижения общей T_2 на выходе из теплового пункта по сравнению с «обычным» теплообменником. Это объясняется тем, что малый расход греющей воды от водоподогревателя ГВС с более низкой температурой, смешиваясь со значительным расходом обратной воды от отопления с более высокой температурой, не может существенно «разбавить» последний.

2 При большой тепловой нагрузке ГВС по отношению к нагрузке отопления значимый эффект снижения общей T_2 на выходе из теплового пункта теплообменника «с заниженной обраткой» по сравнению с «обычным» теплообменником наблюдается в области относительно высоких температур наружного воздуха (примерно в первой трети отопительного периода) и снижается в сторону t_o. Это связано с тем, что со снижением температуры наружного воздуха по температурному графику растет температура греющей воды на входе в водоподогреватель ГВС, а коль скоро площадь теплообмена подобрана на минимальную температуру греющей воды, то с повышением температуры её расход и конечная температура снижаются, так как передача потребного количества теплоты обеспечивается площадью теплообмена. И снова более низкий расход обратной воды от водоподогревателя ГВС не может значимо «разбавить» расход обратной воды от отопления с более высокой температурой, который при качественном регулировании постоянен[3].

3 Наибольший эффект снижения общей T_2 на выходе из теплового пункта теплообменник «с заниженной обраткой» производит при отсутствии других теплопотребляющих систем, что очевидно, так как обратная вода от него ни с чем не смешивается.

Исходя из вышеизложенного можно заключить, что применение одноступенчатого водоподогревателя горячего водоснабжения «с заниженной обраткой» вместо «обычного» водоподогревателя при малом значении отношения Q_{hmax} / Q_{omax} в плане снижения T_2 на выходе из теплового пункта неоправданно, а при наличии нагрузки только ГВС – оправданно. В остальных случаях перед принятием решения необходим технико-экономический расчёт, учитывающий конкретное соотношение тепловых нагрузок и режимы работы всех теплопотребляющих систем, обслуживаемых тепловым пунктом.

Список литературы

1. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов // Система нормативных документов «Меганорм». – URL: https://meganorm.ru/Data2/1/4294851/4294851779.pdf (дата обращения: 09.01.2024). – Текст: электронный.

[3] В современных системах отопления в соответствии с [5] в дополнение к центральному качественному должно применяться местное количественное регулирование теплового потока на отопление, в связи с чем расход теплоносителя в таких системах переменный.

2. СП 510.1325800.2022. Тепловые пункты и системы внутреннего теплоснабжения // Минстрой России. – URL: https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/d36/SP-510.pdf (дата обращения: 09.01.2024). – Текст: электронный.

3. Подробнее о схеме «с заниженной обраткой» // Теплообменники.рф. – URL: https://xn--90ahbmaldjkagak4b.xn--p1ai/podrobnee-o-sheme-s-zanizhennoj-obratkoj (дата обращения: 09.01.2024).

4. СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий // Минстрой России. – URL: https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/f41/SP-30.pdf (дата обращения: 09.01.2024). – Текст: электронный.

5. СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха // Минстрой России. – URL: https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/404/SP-60.pdf (дата обращения: 09.01.2024). – Текст: электронный.

6. Справочник по наладке и эксплуатации водяных тепловых сетей / В.И. Манюк, Я.И. Каплинский, Э.Б. Хиж и др. – М.: Стройиздат, 1988. – 215 с.

7. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей / под ред. инж. А. А. Николаева. – Москва: Стройиздат, 1965. – 361 с.

ОШИБКА В ОПРЕДЕЛЕНИИ РАСХОДА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ, ВСТРЕЧАЮЩАЯСЯ ПРИ ПЕРЕСЧЁТЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ НА ДРУГОЙ ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ГРАФИК

Изаак С.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В инженерно-эксплуатационной практике в сфере теплоснабжения иногда возникает задача пересчёта существующей системы отопления на другой температурный график. Например, систему отопления[4], рассчитанную на работу по температурному графику 105–70 °С, планируют эксплуатировать при графике 95–70 °С, и требуется рассчитать новый расход теплоносителя для обеспечения той же самой потребной тепловой нагрузки.

Зачастую эта задача решается следующим образом. Вводят обозначения:

Q_{omax} – потребная тепловая мощность системы отопления;

$t_{1\text{max}}^{\text{нов}}$ – максимальная температура теплоносителя в подающем трубопроводе по новому «типовому» температурному графику;

$t_{2\text{max}}^{\text{нов}}$ – максимальная температура теплоносителя в обратном трубопроводе по новому «типовому» температурному графику;

c – удельная массовая теплоёмкость теплоносителя,

и определяют искомый новый расход теплоносителя по формуле

$$G_{\text{omax}}^{\text{нов}} = \frac{Q_{\text{omax}}}{c \cdot \left(t_{1\text{max}}^{\text{нов}} - t_{2\text{max}}^{\text{нов}}\right)} \quad . \qquad (1)$$

Такое решение неверно. Для того, чтобы система отопления выдала необходимую тепловую мощность, мало внести в неё теплоту в требуемом количестве – нужно обеспечить ещё, чтобы это же количество теплоты перешло к нагреваемому внутреннему воздуху. Из общего количества теплоты, поступившего в отопительный прибор, к внутреннему воздуху перейдёт та часть, которая, движимая температурным напором, сможет пройти через сопротивление теплопередаче прибора, остальная часть теплоты вернётся в систему теплоснабжения с повышением температуры обратного теплоносителя. Достаточно ярко это иллюстрирует следующий пример: если отопительный прибор покрыть теплоизолирующим материалом, то его теплоотдача снизится за счёт повышения термического сопротивления, и внутренний воздух помещения уже не сможет нагреться до прежней температуры, а теплоноситель на выходе из прибора, напротив, будет иметь более высокую температуру за счёт теплоты, не переданной от теплоносителя воздуху. Таким образом,

[4] Для простоты рассмотрим нерегулируемую систему отопления, работающую на теплоносителе без изменения агрегатного состояния со стабилизацией расхода.

снизится и мощность системы отопления, ибо она определяется передаваемым нагреваемому воздуху количеством теплоты в единицу времени.

Отсюда следует, что для обеспечения той же тепловой мощности системы отопления и той же поддерживаемой ею температуры внутреннего воздуха при новом температурном графике, необходимо, чтобы температурный напор отопительного прибора остался прежним, а значит, прежней осталась бы и средняя температура теплоносителя $t_{ср}^{пр}$ в приборе [1], [2]:

$$t_{ср}^{пр} = \frac{t_{1max} + t_{2max}}{2} = \frac{t_{1max}^{нов} + t_{2max}^{нов}}{2} \quad , \qquad (2)$$

где t_{1max} – проектная максимальная температура теплоносителя в подающем трубопроводе.

t_{2max} – проектная максимальная температура теплоносителя в обратном трубопроводе.

Получается, что на самом деле в данной задаче значение $t_{2max}^{нов}$ является не исходным, а тоже искомым, а так как значение $t_{ср}^{пр}$ может быть найдено из проектного режима работы системы отопления, то оно здесь неизвестным не является, и следующее уравнение позволяет найти $t_{2max}^{нов}$:

$$t_{2max}^{нов} = 2 \cdot t_{ср}^{пр} - t_{1max}^{нов} \quad . \qquad (3)$$

Коэффициент теплопередачи отопительного прибора изменяется при изменении температурного напора [3], а последний в нашем случае остаётся постоянным при переходе на новый температурный график. В инженерном расчёте с достаточной точностью работу системы отопления можно считать подобной работе одного отопительного прибора с эквивалентной тепловой мощностью, и тогда окончательное решение задачи может быть получено в виде системы из трёх уравнений (последнее из них приведено для полноты системы в отношении исходных данных и, как было отмечено выше, легко решается сразу):

$$\begin{cases} G_{omax}^{нов} = \dfrac{Q_{omax}}{c \cdot \left(t_{1max}^{нов} - t_{2max}^{нов}\right)} \\ t_{2max}^{нов} = 2 \cdot t_{ср}^{пр} - t_{1max}^{нов} \\ t_{ср}^{пр} = \dfrac{t_{1max} + t_{2max}}{2} \end{cases} . \qquad (4)$$

Для сравнения численных результатов ошибочного и правильного подхода к решению обозначенной задачи примем следующую расчётную ситуацию:

Q_{omax} = 500 000 ккал/ч;

t_{1max} = 105 °С;

t_{2max} = 70 °С;

$t_{1max}^{нов}$ = 95 °С;

$t_{2max}^{нов\text{-}пл}$ = 70 °С (температура обратного теплоносителя из системы отопления по «типовому» температурному графику);

c = 1 ккал/(кг·°С) (теплоноситель – вода)

и определим помимо нового расхода теплоносителя, во сколько раз изменятся потери давления (напора) теплоносителя в системе по сравнению с проектными.

Проектный расход теплоносителя:

$$G_{omax} = \frac{500000}{1 \cdot (105 - 70)} = 14286 \text{ кг/ч}$$

Новый расход воды, ошибочное решение:

$$G_{omax}^{нов} = \frac{500000}{1 \cdot (95 - 70)} = 20000 \text{ кг/ч}$$

При этом вычислении в качестве значения $t_{2max}^{нов}$ принято «планируемое по новому типовому температурному графику», 70 °С.

Но существующая система отопления рассчитана и сконструирована под другой температурный график, поэтому, подавая на вход новую температуру теплоносителя при тех же самых отопительных приборах, мы никак не получим прежнюю температуру теплоносителя на выходе [3]. Правильное решение:

$$t_{ср}^{пр} = \frac{105 + 70}{2} = 87{,}5 \text{ °С};$$

$$t_{2max}^{нов} = 2 \cdot 87{,}5 - 95 = 80 \text{ °С};$$

$$G_{omax}^{нов} = \frac{500000}{1 \cdot (95 - 80)} = 33333 \text{ кг/ч.}$$

Здесь увеличился и расход теплоносителя, и его температура на выходе. Это вполне согласуется с логикой и физикой: недостаток площади теплоотдачи отопительных приборов, рассчитанных на более высокую температуру теплоносителе на входе, нужно компенсировать увеличенным расходом теплоносителя, что повлечёт его более высокую скорость в приборе и,

соответственно, меньшее остывание при более быстром прохождении сквозь прибор.

Итак, при ошибочном расчёте расход теплоносителя увеличивается в 1,39 раза по сравнению с проектным, а при правильном – в 2,33 раза, что само по себе уже существенно. Во столько же раз возрастёт и скорость движения теплоносителя в системе[5]. Оценим теперь, во сколько раз возрастут потери давления (напора) теплоносителя в системе отопления по отношению к проектным, полагая, что теплоноситель движется в ней в турбулентном режиме в квадратичной области сопротивления[6]:

– при ошибочном расчёте: 1,39 · 1,39 = 1,93 раза;

– при правильном расчёте: 2,33 · 2,33 = 5,43 раз.

Очевидно, что неправильный подход создаёт существенную ошибку в результатах расчёта, выводя их за границы приемлемой точности.

Список литературы

1. Андреевский А.К. Отопление: [Учеб. пособие для вузов по спец. «Теплогазоснабжение и вентиляция»] / Под ред. М.И. Курпана. – 2-е изд., перераб. И доп. – Мн.: Выш. Школа, 1982. – 364 с.

2. Богословский В.Н. Отопление и вентиляция : учебник для вузов / В.Н. Богословский, В.П. Щеглов, Н.Н. Разумов. – Изд. 2-е, перераб. и доп.. – М.: Стройиздат, 1980. – 295 с.

3. Теплотехника, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. В.М. Гусев, Н.И. Ковалев, В.П. Попов, В.А. Потрошков. Л.: Стройиздат, 1981 – 343 с.

[5] Скорость движения теплоносителя прямо влияет на уровень шума в системе отопления.

[6] Типичный режим движения теплоносителя в водяном отоплении [2].

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕПЛОПРОВОДОВ

Изаак С.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

На эффективность работы систем централизованного теплоснабжения большое влияние оказывает тепловая изоляция теплопроводов, основной задачей которой является снижение тепловых потерь. При наличии тепловой изоляции рассеивание теплоты с наружной поверхности теплопровода снижается в 5–10 раз и более [1] по сравнению с теплопроводом неизолированным, тепловой изоляции подлежат все элементы: трубопроводы, их соединения, опоры, компенсаторы, арматура. Выбор конструкции тепловой изоляции зависит от типа прокладки и условий эксплуатации трубопроводов, а также условий применения и монтажа изоляционных материалов; тепловая изоляция применяется при всех способах прокладки независимо от температуры теплоносителя.

Тепловая изоляция трубопроводов решает три задачи, одну основную и две смежные:

– снижение тепловых потерь трубопроводом с уменьшением остывания теплоносителя (основная задача);

– защита трубопровода от наружной коррозии и внешних механических воздействий (смежная задача);

– снижение температуры наружной поверхности конструкции трубопровода, что облегчает условия труда обслуживающего персонала (смежная задача).

Физическая сущность теплоизоляции трубопроводов заключается в снижении коэффициента теплопередачи (k) от теплоносителя в окружающую среду через стенку трубы. Если формально выразить тепловые потери трубопровода уравнением

$$Q_{\text{тп}} = k \cdot F \cdot \Delta t \ , \qquad (1)$$

где $Q_{\text{тп}}$ – тепловые потери;
F – площадь наружной поверхности теплопровода;
Δt – разность температур теплоносителя и окружающей среды,

то значение k для изолированного трубопровода будет меньше, чем для неизолированного. Однако при неограниченном увеличении толщины изоляционного слоя в определённый момент изолированная труба начинает терять больше теплоты, чем неизолированная, что связано с её цилиндрической формой: при такой форме увеличение толщины изоляционного слоя ведёт к

увеличению площади поверхности теплоотдачи *F*. Поэтому при расчёте тепловой изоляции учитывают предельную толщину изоляционного слоя.

Требования, предъявляемые к современным теплоизоляционным материалам теплопроводов, следующие [2]:

– низкая теплопроводность, как в сухом состоянии, так и в состоянии естественной влажности;

– достаточная механическая прочность;

– сохранение материалом теплоизоляции своих теплоизолирующих и механических свойств в течение всего срока эксплуатации;

– малое водопоглощение и небольшая высота капиллярного подъёма жидкости;

– стойкость к воздействию окружающей среды и малая коррозионная активность;

– высокое электрическое сопротивление;

– щелочная реакция среды (pH > 8,5);

– возможность применения в условиях различного типа прокладки (канальной, бесканальной, надземной);

– технологичность при производстве строительных и монтажных работ.

При этом «профилирующие» требования к изоляционным материалам для наружных теплопроводов и теплопроводов, проложенных внутри ТЭЦ, котельных, тепловых пунктов и павильонов, различаются, что показано на рисунке 1.

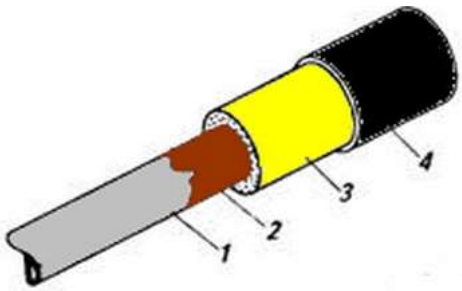
Рисунок 1 – Требования к изоляционным материалам для наружных теплопроводов и теплопроводов, проложенных внутри ТЭЦ, котельных, тепловых пунктов и павильонов

Классификация теплоизоляционных материалов приведена на рисунке 2.

Рисунок 2 – Классификация теплоизоляционных материалов

Как следует из вышеобозначенных задач тепловой изоляции, теплоизоляционная конструкция – это комплекс элементов, выполняющий функции тепловой защиты и защиты наружной поверхности трубопровода. Теплоизоляционная конструкция состоит из основного теплоизоляционного слоя[7] (внутреннего), покровного слоя[8] (наружного) и креплений. В зависимости от способа и места прокладки теплопроводов наружное защитное покрытие выполняется из различных материалов [3].

Типичная структура теплоизоляционной конструкции показана на рисунке 3.



1 – стальная труба, *2* – антикоррозийное покрытие, *3* – основной теплоизоляционный слой, *4* – наружное защитное покрытие (покровный слой)

Рисунок 3 – Теплоизоляционная конструкция

Традиционным и наиболее распространённым теплоизоляционным материалом является **минеральная вата**. Материалы на основе минеральных и базальтовых ват для укладки на трубопроводы выпускаются в виде матов

[7] Защищает трубопровод от потерь теплоты.
[8] Предохраняет основной теплоизоляционный слой от механических повреждений, увлажнения и воздействия агрессивных сред.

(рулонов) и скорлуп. Применение минераловатной изоляции требует наличия антикоррозионного покрытия трубы, так как минеральная вата влагопроницаема. Покровным слоем при минераловатной изоляции служит оцинкованная листовая сталь, стеклопластик или асбоцементный состав. Основные технические характеристики минеральной ваты как теплоизоляционного материала приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические характеристики минеральной ваты как теплоизоляционного материала

Величина	Значение
Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,044–0,058
Предел прочности на отрыв слоев, МПа	0,07
Прочность на сжатие, МПа	0,06
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	0,53
Водопоглощение, кг/м^2, не более	0,5
Горючесть	НГ (негорючая)

К преимуществам минераловатной изоляции можно отнести высокую пожаробезопасность, устойчивость к ультрофиалетовому излучению, высокую ремонтнопригодность при надземной прокладке (подлежит восстановлению на месте), экологическую безопасность. К недостаткам – высокое влагопоглощение, низкую стойкость антикоррозионных покрытий, невозможность применения при бесканальной прокладке, высокий уровень трудозатрат и продолжительные сроки выполнения работ, отсутствие возможности контроля за состоянием после нанесения изоляции, крайне низкую вандалоустойчивость.

Трубы в **пенополиуретановой (ППУ)** представляют собой конструкцию «труба в трубе», где второй «трубой» является покровный слой из оцинкованной стали или полиэтилена (рисунок 4). ППУ-изоляция наносится на трубу в заводских условиях, что обеспечивает высокое качество и надёжность благодаря соблюдению параметров технологического процесса и аппаратных методов контроля качества.

Рисунок 4 – Трубы в ППУ-изоляции. В толще основного изоляционного слоя расположены проводники СОДК

Из ППУ также изготовляются накладные скорлупы, которые применяются для теплоизоляции труб в полевых условиях. Теплоизоляция сварных стыков производится методом заливки жидким пенополиуретаном или с помощью ППУ-скорлуп.

ППУ-изолированные трубы и изделия должны быть оснащены проводниками системы оперативного дистанционного контроля (СОДК). СОДК – это автономный комплекс удаленного контроля состояния ППУ-изоляции, который позволяет определять места увлажнений из-за повреждения или дефектов покровного слоя, сварных и стыковых соединений и т.д. Отсутствие СОДК при бесканальной прокладке трубопроводов влечёт за собой невозможность своевременного обнаружения коррозии полного сечения трубопровода, что противоречит требованиям безопасной эксплуатации тепловых сетей [4].

Свойства пенополиуретана как теплоизоляционного материала приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Свойства пенополиуретана как теплоизоляционного материала

Величина	Значение
Плотность, кг/м^3	30–100
Теплопроводность, Вт/(м·К)	не более 0,019–0,03
Разрушающее напряжение, МПа, не менее	при сжатии 0,15–1,00 при изгибе 0,35–1,90
Водопоглощение, % объёма	1,2–2,1
Количество закрытых пор, %	не менее 85–95
Горючесть	трудногорючий

Жёсткий ППУ обладает самым низким коэффициентом теплопроводности из известных твёрдых теплоизоляционных материалов: от 0,019 до 0,028 Вт/(м·К). Поэтому теплоизолирующая способность жёсткого ППУ существенна при малой толщине изоляционного слоя. Сравнение характеристик ППУ с другими теплоизоляционными материалами показано в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнение характеристик ППУ с другими теплоизоляционными материалами

Теплоизолятор	Средняя плотность, кг/м^3	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	Пористость	Срок службы лет,	Рабочая температура, °С
ППУ жесткий	30–100	0,019–0,028	Закрытая	20	–160 ... +150
Пробковая плита	220–400	0,500–0,600	Закрытая	3	–30 ... +90
Пенополистирол	40–150	0,040–0,060	Закрытая	15	–100 ... +80
Мин. вата	55–150	0,044–0,058	Открытая	5	–40 ... +120

Пенобетон	250–400	0,145–0,160	Открытая	10	–30 ... +120

Преимущества ППУ-изоляции: долговечность и надёжность службы до 30 лет; низкий коэффициент теплопроводности; невысокие капитальные и эксплуатационные затраты; высокая технологичность на современном оборудовании, устойчивость против коррозии, воздействия слабых кислот и щелочей, и действия микроорганизмов, плесени, гниения, низкое водопоглощение благодаря закрытой пористости. Недостатки: сложность выполнения заливки стыков; требуется специальная подготовка поверхности траншеи перед укладкой труб ППУ для устранения возможности разрушения изоляции; невозможен контроль качества непосредственно изоляции; низкая вандалоустойчивость и пожаростойкость.

Другим видом теплоизоляции теплопроводов из полимерных материалов является **пенополиминеральная (ППМ) изоляция**. ППМ-изоляция изготавливается из органоминеральных композиций, наиболее широко применяемым наполнителем является кварцевый песок. Для ППМ-изоляции характерна паропроницаемость (способность к самовысушиванию), отсутствие необходимости во внешней полиэтиленовой оболочке и СОДК. Такая изоляция чувствительная к воздействию ультрафиолетовых лучей, поэтому при надземной прокладке труб в ППМ-изоляции нужно защитить их с помощью кремнийорганических или фасадных акриловых красок светлых тонов.

При формовании ППМ-изоляции в заводских условиях на трубе образуются одновременно три слоя (рисунок 5): внутренний, антикоррозионный слой толщиной 3–8 мм с высокой адгезией, плотно прилегающий к трубе с объёмной массой 400–600 кг/м^3; средний, теплоизоляционный слой, требуемый по расчёту толщины, с объёмной массой 80–100 кг/м^3; наружный, механо-гидрозащитный слой толщиной 5–10 мм с объёмной массой 400–600 кг/м^3 [5].

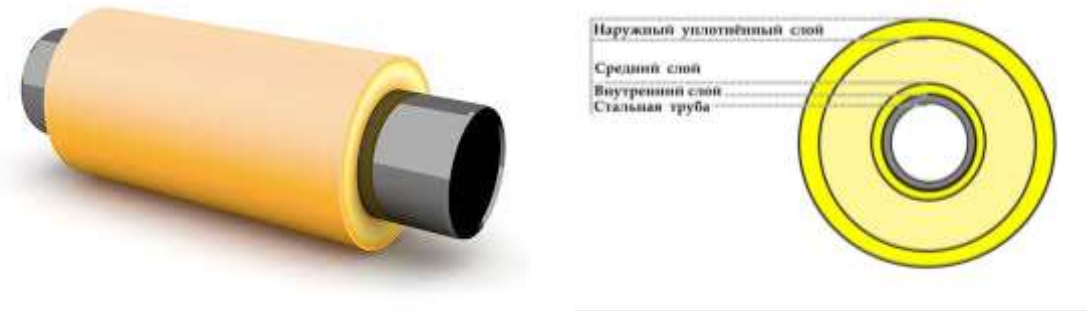


Рисунок 5 – Труба в ППМ-изоляции

Свойства ППМ-изоляции приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Свойства ППМ-изоляции

Показатель	Величина
Плотность изоляционного слоя, кг/м^3	30…100

Срок службы покрытия, лет	25…30
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,036
Термостойкость, °С	от –60 до +150
Прочность при сжатии, МПа	3,5
Адгезия к трубе, МПа	0,43

ППМ-изоляция обладает всеми преимуществами ППУ-изоляции и дополнительно имеет следующие: простота производства работ в заводских условиях; изолирование стыков в полевых условиях не требует специального оборудования и оснастки; дефекты легко исправляются в полевых условиях; высокая вандалоустойчивость благодаря высокой прочности поверхностного слоя и отсутствию оцинкованного покрытия. При этом по сравнению с ППУ-изоляцией выделяются также и недостатки: необходимость защиты от воздействия ультрафиолетовых лучей; больший вес и, соответственно, затраты на транспортировку и монтаж; более высокая теплопроводность.

Теплоизоляция на основе вспененного каучука выпускается в виде рулонов и трубок (рисунок 6). Предназначена для оборудования инженерных систем и промышленных трубопроводов с температурой до 150 ^{o}С. Характеризуется такими свойствами, как низкая теплопроводность, водонепроницаемость, долговечность и неизменность теплотехнических характеристик по истечении времени, самозатухаемость материала.

Рисунок 6 – Тепловая изоляция на основе вспененного каучука

Свойства этого типа изоляции даны в таблице 5.

Таблица 5 – Свойства тепловой изоляции на основе вспененного каучука

Показатель	Значение
Температура применения, °С	до +150
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,038
Плотность, кг/м^3	70 ± 25
Показатель кислотности (pH)	нейтральный
Масло- и бензостойкость, биологическая стойкость	хорошая

Запах	нейтральный
Группа горючести по ГОСТ 30244	Г1

Теплоизоляция из вспененного каучука обладает преимуществами: практически неограниченный срок службы; сохранение гибкости и эластичности при всех рабочих температурных режимах; высокая устойчивость к нагрузкам на сжатие и растяжение; паро- и водонепроницаемость, что предохраняет изолируемые трубы от коррозии и образования конденсата; неизменность теплофизических свойств даже в условиях 100 %-ной влажности; высокая химическая устойчивость и биостойкость; простота монтажа, надежность и герметичность соединений. Недостатки: невысокая механическая прочность, лёгкая повреждаемость, что обусловливает её применимость в помещениях; горючесть (слабогорючий материал).

В недавнее время в числе эффективных теплоизоляционных материалов для трубопроводов и оборудования теплоэнергетических систем появилась **жидкая сверхтонкая теплоизоляция (теплоизоляционные краски)**. Эта теплоизоляция состоит из полых микросфер, размером до 0,5 мм, в жидкой полимерной смеси с присадками; микросферы внутри содержат разрежённый воздух (вакуумированы), что обеспечивает низкую теплопроводность и низкий вес материала. По консистенции жидкая теплоизоляция соответствует краске, наносится кистью, валиком или распылителем [6].

Рисунок 7 – Теплоизоляционная краска

В числе основных преимуществ жидкой теплоизоляции то, что она наносится на поверхность любой, даже сложной, формы. Другие преимущества: легко восстанавливается при повреждении; непроницаема для воды и не подвержена влиянию водного раствора соли; покрытие обеспечивает защиту поверхности от воздействия влаги, атмосферных осадков и перепадов температуры; негорюча и нетоксична; не страдает от воздействия ультрафиолетовых лучей. Основной недостаток – то, что теплоизоляционная краска является относительно новым продуктом на строительном рынке, и данные об однозначном соответствии материала заявленным характеристикам во всех случаях ещё не вполне накоплены.

Список литературы

1. Тепловая изоляция // Инженерное оборудование зданий и сооружений. – URL: http://engineeringsystems.ru/vodyaniye-teploviye-seti/teplovaya-izolyaciya.php (дата обращения: 11.01.2024).

2. Основные требования к теплоизоляционным материалам // Студопедия. – URL: https://studopedia.ru/13_161644_osnovnie-trebovaniya-k-teploizolyatsionnim-materialam.html (дата обращения: 11.01.2024).

3. Устройство теплоизоляционных конструкций и их классификация // Строй-справка.ру: отопление, водоснабжение, канализация. – URL: http://stroy-spravka.ru/article/ustroistvo-teploizolyatsionnykh-konstruktsii-i-ikh-klassifikatsiya?ysclid=lr912hhtu4971371449 (дата обращения: 11.01.2024).

4. Система оперативного дистанционного контроля (СОДК) // АОС. – URL: https://aosgk.ru/articles/223 (дата обращения: 11.01.2024).

5. Особенности ППМ-изоляции труб и сильфонных компенсаторов // Sinergia Company. – URL: https://pkf-sinergia.ru/articles/3077-osobennosti-ppm-izolyacii-trub-i-silfonnyx-kompensatorov.htm?ysclid=lreprwo3va270929584 (дата обращения: 11.01.2024).

6. Краска теплоизоляционная для трубопроводов: как и где использовать. – URL: https://world-wells.ru/teploizolacionnaa-kraska-dla-truboprovodov-preimusestva-i-pravila-ispolzovania-zidkoj-teploizolacii-dla-trub (дата обращения: 11.01.2024).

ПРИНЦИПЫ ПОВЕРОЧНОГО ТЕПЛОВОГО РАСЧЁТА ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ, РАБОТАЮЩИХ БЕЗ ИЗМЕНЕНИЯ АГРЕГАТНОГО СОСТОЯНИЯ ГРЕЮЩЕЙ И НАГРЕВАЕМОЙ СРЕД В СИСТЕМАХ КОММУНАЛЬНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Изаак С.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Системы коммунального теплоснабжения населённых мест, характеризующиеся низкой технологической и высокой сезонной тепловой нагрузкой, являются преимущественно водяными [1] – в качестве теплоносителя в них используется вода, которая, циркулируя в системе, принимает теплоту на источнике теплоснабжения и отдаёт её в теплопотребляющем оборудовании. Можно отметить следующие преимущества воды как теплоносителя:

– это самая распространённая в природе жидкость и легко доступное вещество, не требующее выработки или синтеза;

– вода обладает высокой теплоемкостью и низкой вязкостью, что благоприятствует транспортировке теплоты с теплогидравлической точки зрения;

– безопасность: вода не токсична, не горюча, не взрывоопасна, не требует утилизации;

– сравнительно низкая стоимость подготовки и перекачки.

Теплообменные аппараты в системах коммунального теплоснабжения, подключаемые по греющей стороне к водяным тепловым сетям, работают без изменения агрегатного состояния обменивающихся теплотой сред – нагреваемой средой выступает в основном тоже вода (водоподогреватели водяного отопления, горячего водоснабжения) либо воздух (калориферы систем вентиляции, воздушного отопления, кондиционирования воздуха); в редких случаях, когда в теплообменниках, подключаемых к городским тепловым сетям, нагреваемой средой выступают другие жидкие теплоносители или различные технологические среды, они, как правило, также не изменяют в процессе подогрева своего агрегатного состояния.

В теплообменниках систем теплоснабжения противоточная схема взаимного движения греющей и нагреваемой сред используется чаще, чем прямоточная [2]. Это объясняется тем, что при противотоке нагреваемая среда может нагреться до более высокой температуры, близкой к начальной температуре греющего теплоносителя[9], а также скорость теплообмена при противотоке выше.

[9] Это позволяет уменьшить расход нагреваемой среды, но влечёт за собой и уменьшение средней разности температур сред, что в свою очередь требует большей площади поверхности теплообмена при противотоке по сравнению с прямотоком. Однако экономический эффект, получаемый за счёт снижения расхода, превышает

В нормативно-технических документах, например [3], [4], приводится методика расчёта параметров для подбора теплообменников и элементы конструкторского расчёта теплообменных установок в тепловых пунктах. Однако при эксплуатации теплообменников возникает и потребность в оперативном пересчёте параметров рабочих сред, отличающихся от проектных [5]. Представленные ниже аналитические зависимости позволяют выполнить инженерный поверочный расчёт теплообменника.

Под поверочным расчётом подразумевается, что уже имеется некоторый теплообменник с известными параметрами рабочих сред какого-то одного режима, который будем считать испытательным[10], и требуется определить эти параметры для другого режима. Испытательный режим теплообменника характеризуется следующим набором исходных данных:[11]

– схема взаимного движения рабочих сред (здесь рассматриваем противоток или прямоток);

– вид греющей и нагреваемой среды с соответствующими удельными массовыми теплоёмкостями $c_{гр}$ и $c_{нг}$, ккал/(кг·°С);

– тепловая мощность, Q, ккал/ч;

– температура греющей среды на входе, $T_{вх}$, °С;

– температура греющей среды на выходе, $T_{вых}$, °С;

– температура нагреваемой среды на входе, $t_{вх}$, °С;

– температура нагреваемой среды на выходе, $t_{вых}$, °С.

По этим исходным данным определяется ещё ряд параметров испытательного режима:

– водяной эквивалент (теплоёмкость потока) греющей среды, $W_{гр}$, ккал/(ч·°С):

$$W_{гр} = \frac{Q}{(T_{вх} - T_{вых})} \quad ; \tag{1}$$

– водяной эквивалент (теплоёмкость потока) нагреваемой среды, $W_{нг}$, ккал/(ч·°С):

$$W_{нг} = \frac{Q}{(t_{вых} - t_{вх})} \quad ; \tag{2}$$

– массовый расход греющей среды, $G_{гр}$, кг/ч:

затраты, связанные с увеличением размера теплообменника, поэтому теплообмен с противотоком оказывается более выгодным, чем с прямотоком. Наряду с этим в отдельных случаях выбор прямотока диктуется технологическими особенностями, которые, впрочем, для систем теплоснабжения не характерны.

[10] В качестве такового может выступать, к примеру, проектный.

[11] Величины здесь даны в технической системе единиц измерения как наиболее употребляемой в эксплуатации систем коммунального теплоснабжения.

$$G_{\text{гр}} = \frac{W_{\text{гр}}}{c_{\text{гр}}} \quad ; \tag{3}$$

– массовый расход нагреваемой среды, $G_{\text{нг}}$, кг/ч:

$$G_{\text{нг}} = \frac{W_{\text{нг}}}{c_{\text{нг}}} \quad ; \tag{4}$$

– среднелогарифмический температурный напор, $\Delta\tau_{\text{л}}$, ^{o}C, при противоточной схеме движения рабочих сред:

$$\Delta\tau_{\text{л}} = \frac{\left(T_{\text{вх}} - t_{\text{вых}}\right) - \left(T_{\text{вых}} - t_{\text{вх}}\right)}{\ln \dfrac{T_{\text{вх}} - t_{\text{вых}}}{T_{\text{вых}} - t_{\text{вх}}}} \quad ; \tag{5}$$

– среднелогарифмический температурный напор, $\Delta\tau_{\text{л}}$, ^{o}C, при прямоточной схеме движения рабочих сред:

$$\Delta\tau_{\text{л}} = \frac{\left(T_{\text{вх}} - t_{\text{вх}}\right) - \left(T_{\text{вых}} - t_{\text{вых}}\right)}{\ln \dfrac{T_{\text{вх}} - t_{\text{вх}}}{T_{\text{вых}} - t_{\text{вых}}}} \quad ; \tag{6}$$

Произведение коэффициента теплопередачи и площади теплообмена, kF, ккал/(ч·^{o}C):

$$kF = \frac{Q}{\Delta\tau_{\text{л}}} \quad . \tag{7}$$

Значение kF не является постоянным для всех режимов работы теплообменного аппарата, так как коэффициент теплопередачи k зависит от расхода рабочей среды [6]. При расходах, отличных от испытательного режима, новое значение $kF_{\text{нов}}$ может быть вычислено по формуле:

$$kF_{\text{нов}} = \frac{2 \cdot kF \cdot \left(\dfrac{W_{\text{гр}}^{\text{нов}} \cdot W_{\text{нг}}^{\text{нов}}}{W_{\text{гр}} \cdot W_{\text{нг}}} \right)^{0,8}}{\left(\dfrac{W_{\text{гр}}^{\text{нов}}}{W_{\text{гр}}} \right)^{0,8} + \left(\dfrac{W_{\text{нг}}^{\text{нов}}}{W_{\text{нг}}} \right)^{0,8}} \quad , \tag{8}$$

где величины с индексом «нов» для нового режима соответствуют аналогичным без такового для режима испытательного.

Температуры греющей и нагреваемой среды на выходе из теплообменника при новом режиме, независимо от противотока или прямотока, определяются по формулам:

$$T_{\text{вых}}^{\text{нов}} = T_{\text{вх}}^{\text{нов}} - \left(T_{\text{вх}}^{\text{нов}} - t_{\text{вх}}^{\text{нов}}\right) \cdot Z_{\text{нов}} \quad , \tag{9}$$

$$t_{\text{вых}}^{\text{нов}} = t_{\text{вх}}^{\text{нов}} + \left(T_{\text{вх}}^{\text{нов}} - t_{\text{вх}}^{\text{нов}}\right) \cdot \frac{W_{\text{гр}}^{\text{нов}}}{W_{\text{нг}}^{\text{нов}}} \cdot Z_{\text{нов}} \quad . \tag{10}$$

При этом, в зависимости от поверочной задачи, часть параметров нового режима будет соответствовать испытательным.

Расчётные формулы для нахождения параметра $Z_{\text{нов}}$ различаются для противотока и прямотока:

– при противотоке

$$Z_{\text{нов}} = \frac{1 - e^{a_{\text{нов}}}}{1 - \frac{W_{\text{гр}}^{\text{нов}}}{W_{\text{нг}}^{\text{нов}}} \cdot e^{a_{\text{нов}}}} \quad ; \tag{11}$$

– при прямотоке

$$Z_{\text{нов}} = \frac{1 - e^{a_{\text{нов}}}}{1 + \frac{W_{\text{гр}}^{\text{нов}}}{W_{\text{нг}}^{\text{нов}}}} \quad , \tag{12}$$

где e – основание натурального логарифма, равное 2,71828;
$a_{\text{нов}}$ – параметр, вычисляемый по формулам:

– для противотока

$$a_{\text{нов}} = \frac{-kF_{\text{нов}}}{W_{\text{гр}}^{\text{нов}}} \cdot \left(1 - \frac{W_{\text{гр}}^{\text{нов}}}{W_{\text{нг}}^{\text{нов}}}\right) \quad , \tag{13}$$

– для прямотока

$$a_{\text{нов}} = \frac{-kF_{\text{нов}}}{W_{\text{гр}}^{\text{нов}}} \cdot \left(1 + \frac{W_{\text{гр}}^{\text{нов}}}{W_{\text{нг}}^{\text{нов}}}\right) \quad . \tag{14}$$

Зависимости (1)–(14) позволяют решать разнообразные задачи, связанные с поверочными расчётами теплообменных аппаратов. В случае небольших изменений температур рабочих сред можно пользоваться и более упрощённым ориентировочным подходом. Тепловая мощность, отдаваемая в теплообменнике греющей средой:

$$Q = W_{\text{гр}} \cdot \left(T_{\text{вх}} - T_{\text{вых}}\right) \quad , \tag{15}$$

откуда её температура на выходе:

$$T_{\text{вых}} = T_{\text{вх}} - \frac{Q}{W_{\text{гр}}} \quad . \tag{16}$$

Аналогично для нагреваемой среды, воспринимающей теплоту:

$$Q = W_{\text{нг}} \cdot \left(t_{\text{вых}} - t_{\text{вх}}\right) \quad , \tag{17}$$

$$t_{\text{вых}} = t_{\text{вх}} + \frac{Q}{W_{\text{нг}}} \quad . \tag{18}$$

При небольших изменениях температур рабочих сред вместо среднелогарифмического температурного напора $\Delta\tau_{\text{л}}$ можно использовать среднеарифметический $\Delta\tau_{\text{а}}$, ^{o}C:

$$\Delta\tau_{\text{а}} = \left(\frac{T_{\text{вх}} + T_{\text{вых}}}{2}\right) - \left(\frac{t_{\text{вх}} + t_{\text{вых}}}{2}\right) \quad , \tag{19}$$

тогда основное уравнение теплопередачи от греющей среды к нагреваемой запишется в виде

$$Q = kF \cdot \Delta\tau_{\text{а}} = kF \cdot \left[\left(\frac{T_{\text{вх}} + T_{\text{вых}}}{2}\right) - \left(\frac{t_{\text{вх}} + t_{\text{вых}}}{2}\right)\right] \quad . \tag{20}$$

Если в формулу (20) вместо искомых $T_{\text{вых}}$ и $t_{\text{вых}}$ подставить их выражения из балансовых уравнений (16) и (17), то после окончательных преобразований получим:

$$\frac{Q}{kF} + \frac{Q}{2 \cdot W_{\text{гр}}} + \frac{Q}{2 \cdot W_{\text{нг}}} = Q \cdot \left(\frac{1}{kF} + \frac{1}{2 \cdot W_{\text{гр}}} + \frac{1}{2 \cdot W_{\text{нг}}}\right) = T_{\text{вх}} - t_{\text{вх}} \quad , \tag{21}$$

$$Q = \frac{T_{вх} - t_{вх}}{\frac{1}{kF} + \frac{1}{2 \cdot W_{гр}} + \frac{1}{2 \cdot W_{нг}}} \quad . \qquad (22)$$

Представленные выше зависимости весьма удобны для составления автоматизированных программно-расчётных средств с помощью ЭВМ, например, в электронных таблицах.

Список литературы

1. СП 124.13330.2012. Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003 // Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве. – URL: https://api.faufcc.ru/api/assets/ad8c8998-c96f-4bcb-b1d6-c0538a2d8226 (дата обращения: 09.01.2024). – Текст: электронный.

2. Зингер Н.М. Пластинчатые теплообменники в системах теплоснабжения / Н.М. Зингер, А.М. Тарадай, Л.С. Бармина. – Москва : Энергоатомиздат, 1995. – 270 с.

3. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов // Система нормативных документов «Меганорм». – URL: https://meganorm.ru/Data2/1/4294851/4294851779.pdf (дата обращения: 09.01.2024). – Текст: электронный.

4. СП 510.1325800.2022. Тепловые пункты и системы внутреннего теплоснабжения // Минстрой России. – URL: https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/d36/SP-510.pdf (дата обращения: 09.01.2024). – Текст: электронный.

5. Сапрыкин И.М. О поверочных расчетах теплообменников // Новости теплоснабжения, 2008, № 5 (93).

6. Поверочный расчёт теплообменника // Инженерные расчёты на Python. – URL: https://medsv.github.io/dzen/0025/heatexchanger.html?ysclid=lr6bhutjrf16341884 (дата обращения: 09.01.2023).

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОБРАЗОВАНИЕ ОТЛОЖЕНИЙ И КОРРОЗИИ НА СТЕНКАХ ТРУБОПРОВОДА

Кабаргин С. В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Основной недостаток систем с открытой тепловой сетью – повышенная стоимость химической водоочистки. В последние годы для решения проблемы внутренней коррозии тепловых сетей предпринимаются меры по стабилизации питательной воды тепловых электростанций с помощью реагентов. В качестве эффективных реагентов выбраны органофосфонаты, поликарбоксилаты и бензотриазолы. Однако проблема повышенного повреждения магистральных тепловых сетей из-за внутренней коррозии все еще существует. Коррозионное повреждение магистралей тепловых сетей является одной из основных причин снижения надежности систем теплоснабжения. По некоторым данным, ее доля по стране составляет около 30 % [3].

Также важно анализировать причины коррозии и находить способы их устранения. Например, контроль качества поступающей воды, регулярная очистка системы от отложений и загрязнений, использование специальных ингибиторов коррозии могут помочь предотвратить дальнейшее развитие проблемы [8].

Системы с открытыми тепловыми сетями характеризуются еще одной проблемой - образование накипи в тепловом оборудовании, чрезмерным ростом и "зарастанием" системы из–за различных отложений, присутствующих в сетевой воде, и продуктах коррозии:

- Накипь, образующаяся из-за отложения минеральных солей, таких как кальций и магний, из воды при нагревании.
- Коррозионные отложения, образующиеся из-за продуктов коррозии металлов в системе теплоснабжения.
- Биологические отложения, вызванные различными организмами, которые могут размножаться в системе теплоснабжения.

Для решения проблем эксплуатации открытой системы отопления необходимо провести более глубокие исследования механизмов коррозии в открытых системах отопления, собрать больше данных о состоянии труб и продуктах коррозии, разработать модель влияния структуры расхода воды на процессы в системе. Также необходимо количественно определить вероятность попадания воздуха и необработанной воды. Решение этих задач поможет улучшить условия эксплуатации открытой системы отопления и повысить ее надежность [4].

Из различных частей теплосети города Набережные Челны были взяты образцы труб и шлама, охватывающие различные характеристики системы, такие как магистральные трубопроводы подачи и возврата, городская теплосеть

и распределение. Выбранные образцы будут проанализированы на химический состав и структуру. Изучение внешнего вида и потерь при прокаливании также поможет определить состояние трубопроводов и шлама, а толщина и равномерность распределения по поверхности дадут представление о степени износа материалов. [1–3].

Структура твердого осадка и отложений проверяется методом инфракрасной спектроскопии. Химический состав анализируется с использованием стандартных методов [6].

Осадки оксидов железа встречаются по большей части в магистральных трубах с большим объемом воды, а солевые осадки, в основном карбонаты, сульфаты, гидроксиды и ионы жесткости, - в подающих и обратных трубах с малым объемом воды. Также встречаются различные силикатные отложения, органические вещества, глина и песок. Углеводные остатки указывают на возможные продукты жизнедеятельности анаэробных бактерий, живущих в нагретой воде. Осадки, прилипающие к внутренним поверхностям труб системы отопления, представляют собой оксиды железа, содержащие нерастворимые или малорастворимые в воде компоненты [5].

В магистральных подающих и обратных трубопроводах с высоким расходом воды (80–100 м/мин) преобладают отложения оксида железа – продукты коррозии стали. Толщина отложений составляет от 1 до 4 мм., карбонатные и иные отложения здесь практически не встречаются. В обратном трубопроводе, по сравнению с подающим, относительное содержание фракций шлама и глины меньше, но в то же время доля отложений оксида железа увеличивается. В наиболее дальней точке теплосети состав отложений на подаче и «обратке» примерно идентичен [2].

На участках трубопроводов с низкой скоростью потока воды наблюдается высокое содержание солевых отложений, таких как карбонаты, сульфаты, гидроксиды и ионы жесткости. Толщина отложений достигает нескольких миллиметров, и они имеют плотную структуру. Использование фосфонатов в ТЭС для предотвращения отложений не приводит к желаемому результату. Кроме того, на некоторых участках трубопроводной системы образуются твердые глянцевые отложения силикатов, которые неравномерно осаждаются и не защищают от коррозии железа с водородной деполяризацией [7].

Извлеченные из вырезанных труб образцы показывают серьезные повреждения от коррозии. В основном это язвенная коррозия смешанного типа. По теории, основным источником кислорода является подпиточная вода. Расход составляет в примерно 2,4 тыс. кг в час в зимний период и 1,4 тыс. кг в час в летний период. Скорость коррозии железа при содержании кислорода в подпиточной воде 50 мкг/л будет составлять: зимой – 231 г/ч; летом – 145 г/ч. Однако это не объясняет наблюдаемую скорость коррозии, которая от 10 до 100 раз больше. Главные источники кислорода, попадающего в сетевую воду – это аварийная подпитка системы "сырой" водой, не регулируемое количество кислорода в процессе вакуумной вентиляции, забор воздуха или неочищенная "сырая" вода в системе теплоснабжения в местах с давлением ниже

атмосферного. На рисунке 1 представлены данные о процентном содержании кислорода в водопроводной воде, где пик кислорода сначала возникает в "обратной" воде, после чего поступает на станцию откуда и возвращается в ослабленном виде.

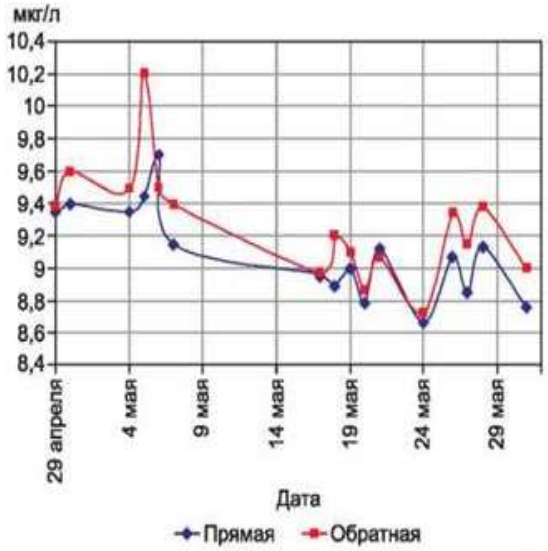


Рисунок 1. Содержание кислорода в подающей и обратной воде на точке диспетчерского пункта.

Источник: заимствовано из [5]

Еще одна причина интенсивного развития коррозионных процессов – антикоррозионный реагент и режим его дозирования.

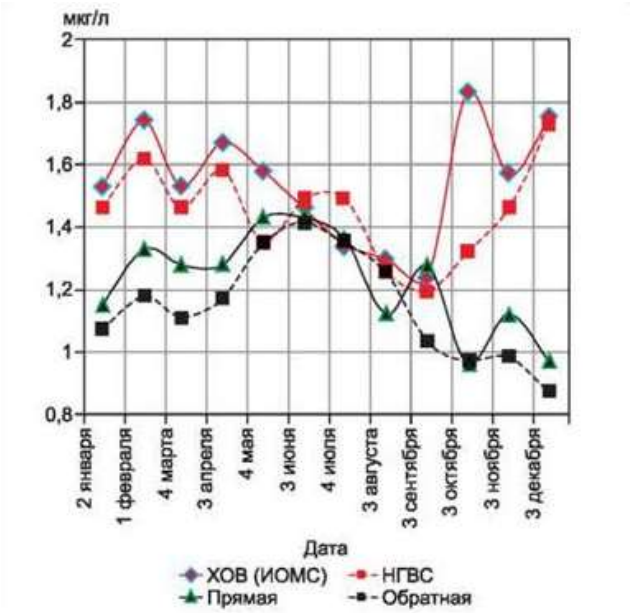


Рисунок 2. Содержание корректирующего реагента ИОМС в питательной (НГВС и ХОВ), подающей и обратной сетевой воде.

Источник: заимствовано из [5]

На рисунке 2 представлены данные по содержанию минеральных солей-ингибиторов (ИОМС) в прямой подаче и обратной воде системы отопления. В

летние месяцы (с мая по август) уровень ИОМС в сетевой воде (химически очищенной воде - ХОВ), горячей воде (ГВС), прямой питательной воде и обратной воде были практически одинаковыми, со стандартизированными уровнями в диапазоне от 1 до 2 мг/л. Существовала значительная разница в уровнях ИОМС в сетевой воде (химически очищенной воде - ХОВ). Наблюдались значительные различия. Содержание ИОМС в сетевой воде было в 1,5-2 раза ниже, чем в воде подпитки, а в "обратной" воде содержание ИОМС было ниже, чем в "прямой" воде. Такое снижение может быть связано с работой верхних водогрейных котлов (ВГК). Согласно программе снабжения тепловых сетей, зимой в "обратные" магистрали коммунального водоснабжения подается дополнительная вода. Кроме того, в систему отопления подается вода после подогрева. Некоторые конструктивные недостатки приводят к локальному перегреву котловой воды, что в сочетании с медленным потоком воды приведет к "деактивации" ИОМС. Это может быть прямое термическое разложение или образование нерастворимых комплексов с ионами жесткости в сетевой воде. Продукт "дезактивации" накапливается в системе отопления, и концентрация ИОМС в "обратной" воде снижается. Эффект "дезактивации" свидетельствует о неэффективности активной добавки, которая не предотвращает процессы отстаивания и коррозии в тепловой сети. Характер, состав и структура отложений также указывают на наличие водородной деполяризующей коррозии железа [1].

Результаты анализов, проведенных в данной работе, показали, что образцы, взятые из обрезков труб, свидетельствуют о наличии серьезных коррозионных повреждений, в основном называемых гнойной коррозией. Предполагается, что это было вызвано попаданием кислорода в сетевую воду во время аварийного пополнения системы отопления "сырой водой". Для решения проблемы коррозии необходимо принять меры по предотвращению попадания кислорода в сетевую воду. Это может включать в себя установку дополнительных фильтров для очистки воды, а также проведение регулярной проверки и обслуживания системы теплоснабжения. Такие меры помогут уменьшить скорость коррозии и продлить срок службы трубопроводов.

Во время исследования было замечено, что введенные силикаты откладывались в трубопроводах неравномерно и не предотвращали коррозию, а под силикатным слоем также наблюдалась коррозия железа.

Полученные данные будут использованы в выпускной квалификационной работе на тему «Исследование влияния толщины отложений на внутренней поверхности трубопровода на эффективность работы тепловой сети».

Список литературы

1. Анализ состояния трубопроводов открытой теплосети в системе ТЭС-теплосеть на примере Набережно-челнинская теплосетевая компания - Набережно-челнинская ТЭЦ / Н. Д. Чичирова [и др.] // Труды Академэнерго. – 2011. – № 1. – С. 41-54.

2. Исследование зависимости температуры теплоносителя от длины трубопроводов системы отопления / Д. Н. Тютюнов [и др.] // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2013. – №3 (48). – С. 167-171.

3. Исследование состава и структуры отложений с внутренней поверхности трубопроводов теплосети города Набережные Челны / Н.Д. Чичирова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2011. – № 3-4. – С. 60–65.

4. К вопросу количественного определения материальных потоков системы ТЭС – открытая тепловая сеть / А. И. Ляпин [и др.] // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: тезисы докладов XIV межд. науч.-техн. конф. студ. и асп, Москва, 28-29 фев. 2008 г. Том 3. – М.: МЭИ (ТУ), 2008. – С. 131-132.

5. Обследование состояния внутренней поверхности трубопроводов теплосети города Набережные Челны / Н. Д. Чичирова [и др.] // Диспетчеризация в электроэнергетике: проблемы и перспективы: сб. мат. док. VI открытой молод. науч.-практ. конф., Казань, 16-17 нояб. 2011 г. – Казань: КГЭУ, 2011. – С. 29-32.

6. Определение структуры и состава отложений в системе оборотного охлаждения ТЭС методами химического анализа и инфракрасной спектроскопии / Н.Д. Чичирова [и др.] // Труды IX межд. симп. «Энергоресурсоэффективность и энергосбережение»: сб. мат. док. Казань: АртПечатьСервис, 2008. Ч. 2. С. 143–149.

7. Яковлев Б. В. Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения. – М.: Новости теплоснабжения, 2008. – 448 с.

9. Edwards R. (2013) Aqueous corrosion of steel. Corrosion Engineering Solutions Ltd, Jun. 21 Available at: http://corrosionengineering.co.uk/knowledge-library/aqueous-corrosion/index.php (accessed 10.05.2023) (In Eng.)

ВОЗВЕДЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ «TWISTBLOCK MOULDS»

Васильева М.А., канд. техн. наук, доцент, Кагарманов И.Р.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В последние 20-30 лет применение в строительной отрасли новейших инновационных технологий обусловлено стремлением к оптимизации процессов возведения зданий и сооружений. Основной целью любого строительного производства является снижение затрат, повышение эффективности работы и сокращение сроков строительства. И здесь на помощь приходят новые технологии, меняющие взгляд на традиционное строительство.

Технология «TwistBlock Moulds» представляет собой инновационный подход к возведению вертикальных конструкций, в особенности зданий, с использованием специальных блоков с конической формой. Данный метод, позволяет эффективно и экономично строить вертикальные конструкции. Технология «TwistBlock Moulds» появилась относительно недавно, но уже успела себя зарекомендовать – она основывается на возведении вертикальных конструкций из бетонных блоков без использования раствора. [1]

В технологии «TwistBlock Moulds» используются специальные формы для создания бетонных блоков, имеющие коническую форму. Эти блоки представляют собой геометрически правильные конструкции с постепенно уменьшающимся диаметром. Благодаря своей форме, они могут быть легко соединены между собой без необходимости использования дополнительных связующих материалов или клея, рисунок 1.

Одним из ключевых преимуществ предлагаемой технологии является её высокая скорость возведения конструкций. Благодаря использованию готовых форм и простому способу соединения блоков, процесс строительства становится намного более эффективным и быстрым по сравнению с традиционными методами. Это особенно важно для развивающихся регионов, где быстрая и доступная жилищная застройка является приоритетом.

Еще одним значимым преимуществом технологии «TwistBlock Moulds» является ее экономичность. Благодаря простоте технологии производство блоков легко наладить на местах. Стоит отметить, что для этого не требуется сложного производственного оборудования. Формы для бетонных блоков могут быть изготовлены из дешёвых, многократно использованных материалов. Это снижает затраты на строительство и делает технологию доступной для различных категорий застройщиков. [1]

Кроме того, блоки, полученные с использованием «TwistBlock Moulds», обладают прочностью и долговечностью. Форма конструкции снижает нагрузку на каждый блок и обеспечивает их стабильность и устойчивость. Это делает

такие здания надежными и способными выдерживать внешние воздействия, включая сейсмическую активность. [1]

Рисунок 1 - Пример использования «TwistBlock Moulds»

Применение «TwistBlock Moulds» позволяет достичь нескольких ключевых преимуществ. Во-первых, они обеспечивают существенное сокращение времени, затрачиваемого на производство блоков. Благодаря интегрированным автоматическим механизмам и оптимизации рабочих процессов, производство большого количества блоков становится быстрым и эффективным. [2]

Во-вторых, «TwistBlock Moulds» обеспечивают высокую точность и стабильность формирования блоков. Специально разработанный алгоритм и контролируемый процесс позволяют добиться однородности геометрических параметров каждого блока, что в свою очередь повышает качество и надежность конечного продукта. [2]

Третьим важным преимуществом технологий «TwistBlock Moulds» является их универсальность. Они способны производить блоки различных форм и размеров, что позволяет адаптировать производство под разнообразные потребности и требования заказчиков. Это значительно расширяет

возможности и конкурентоспособность предприятий, применяющих эту технологию. [2]

Одной из ключевых особенностей «TwistBlock Moulds» является использование специальной формы, которая состоит из нескольких поворотных блоков. При изготовлении деталей эти блоки могут быть перемещены и повернуты в нужном направлении, что позволяет создавать сложные формы с минимальными усилиями, рисунок 2.

Процесс производства начинается с создания трехмерной модели детали в специальных программных средствах. Затем эта модель переносится на форму, и блоки плавно и быстро перемещаются и поворачиваются вокруг осей, чтобы принять нужную конфигурацию. Через некоторое время блоки фиксируются, и форма готова к полимеризации композитного материала.

Рисунок 2 – «TwistBlock Moulds»

В заключение, технология «TwistBlock Moulds» представляет собой инновационный подход к возведению вертикальных конструкций. Этот метод сочетает в себе скорость, экономичность и прочность, что делает его привлекательным вариантом для многих строительных проектов. С развитием этой технологии и ее внедрением в еще большее количество строительных проектов, мы можем ожидать ускорения процесса строительства и создания более эффективных и устойчивых зданий.

Список литературы

1. Андрей Яров TwistBlock Moulds – Режим доступа: https://www.peri.ru/knowledge/poleznoe/twistblock-moulds-bystro-prosto-effektivno.html

2. Start Somewhere Преобразование неформальных поселений с помощью инновационной системы строительства TwistBlock – Режим доступа: https://www.startsomewhere.eu/wp-content/uploads/2022/08/Start-Somewhere_Overview.pdf

О НЕКОТОРЫХ ТИПИЧНЫХ И НЕТИПИЧНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ КАМЕННЫХ СТЕН МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Касимов Р.Г., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

При обследовании жилых многоэтажных домов, прослуживших полвека и более, а иногда значительно меньше, распространенными повреждениями являются трещины, вызванные температурно-влажностными деформациями кладки, отсутствием или неверно расположенным или выполненным деформационным температурным швом, неравномерными деформациями оснований. Силовые трещины в несущих простенках и в глухих участках стен вызываются перегрузкой конструкции или низким качеством кладки, низкой прочностью камня и раствора.

Ошибки проектирования в основном встречаются в виде неверных инженерно-геологических данных, ошибок в сборе нагрузок, определения размеров подошвы фундаментов, выборе марок кирпича и раствора и др.

По заданию управляющей компании было проведено детально-инструментальное обследование технического состояния строительных конструкций многоквартирного пятиэтажного жилого дома с целью определения фактического технического состояния строительных конструкций здания и определения необходимости проведения ремонтно-восстановительных работ.

Жилой пятиэтажный дом запроектирован и построен в 1964 году по типовому проекту 447 по бескаркасной схеме с продольными наружными по оси А и С и внутренней продольной по оси В несущими стенами из силикатного кирпича. Толщина наружных стен 640 мм, толщина внутренней несущей продольной стены на первом этаже 510 мм, на верхних (2…5) этажах – 380 мм. Здание прямоугольное в плане с размерами в осях 1…25 – 68,65 м, в осях А…С – 12,93 м. Высота первого этажа 3,3 м, высота 2…5 этажей 2,8 м.

Здание бесподвальное, с расположенным на первом этаже медицинским учреждением, перепланированным и перепрофилированным из ранее расположенного детского дошкольного учреждения.

Здание двумя температурно-усадочными швами по оси 10 и 16 разделено на три блока. Средний блок длиной 17,65 м и крайние блоки длиной 25,5 м. Цокольная часть продольных наружных стен выполнена из трех рядов силикатного кирпича и одного ряда керамического кирпича, цокольная часть торцевых стен по осям 1 и 25 выполнена из пяти рядов керамического кирпича. Цоколь опирается на сборные железобетонные распределительные плиты толщиной 65-70 мм, длиной 1200 мм. Фундаменты под стены жилого дома выполнены ленточные из сборных бетонных блоков толщиной 600 мм. Перекрытие из сборных железобетонных плит с круглыми пустотами.

При проведении обследования технического состояния строительных конструкций многоквартирного жилого дома были выявлены дефекты и повреждения, допущенные при проектировании, возведении и эксплуатации. Качество каменной кладки невысокое, плохое заполнение растворных швов, неаккуратно расшиты растворные швы. Марка кирпича по результатам испытаний составила в среднем 108-112, марка раствора – 40-45.

Под окнами первого этажа, наружных стен здания образовались трещины в основном клиновидные, «затухающие» при движении к фундаменту.

В бесподвальных зданиях образование в кладке под окнами первого этажа трещин вызвано действием изгибающего момента в разнонагруженных по длине стены участках, температурными деформациями и отсутствие на этих участках горизонтальной арматуры, способной воспринять растягивающие усилия. Этот дефект мог быть допущен как проектировщиками, так и строителями. Стыки между железобетонными плитами над цоколем способствовали концентрации на этих участках напряжения и деформации и образованию трещин.

На наружных стенах жилого дома выявлены многочисленные трещины, проходящие по торцам железобетонных перемычек, вызванные температурными деформациями. В основном трещины односторонние, что было подтверждено расчетом.

Особенностью обследуемого объекта является то, что деформационные температурно-усадочные швы выполнены не на всю высоту здания – швы начинаются в карнизной части здания и заканчиваются на уровне низа оконных проемов второго этажа.

Согласно п. 7.225 [2] «Температурные швы в наружных и внутренних стенах, покрытиях и перекрытиях (крышах) рекомендуется устраивать в одной плоскости на всю высоту здания, исключая фундаменты.

Отступление от этого положения послужило основной причиной образования характерных для температурно-усадочных деформаций трещин по торцам перемычек многих оконных проемов первого этажа. Кроме того, сами деформационно-усадочные швы получили свое дальнейшее развитие, разорвав кладку по вертикали и пройдя по простенку первого этажа на половину его высоты.

В практике строительства Оренбурга это не единственный случай устройства температурно-усадочного шва не на всю высоту здания, вероятно, это было чье-то рационализаторское предложение. Такое решение может быть принято, если бескаркасное здание выполнено с полным или смешанным каркасом на первом этаже.

Другой особенностью обследуемого жилого дома типовой серии 447 является устройство ниш-холодильников в подоконной части наружной стены кухонного помещения глубиной 250 мм. Подоконная часть кладки является наименее нагруженным участком стены, однако наличие ниш ослабляет стенку на этом участке и создает концентрацию напряжений. Трещины развиваются по пути наименьшего сопротивления кладки.

При низком качестве кладки – плохое или полное отсутствие заполнения вертикальных швов, плохое сцепление раствора с камнем, некачественная перевязка вертикальных швов приводит к дальнейшему развитию температурной трещины, развивающейся по косой штробе в ослабленной нишей подоконной части стены.

О низкой прочности сцепления раствора с каменной кладкой свидетельствует то, что трещины по косой штробе проходят по вертикальным и горизонтальным швам без разрыва камней.

В основном, возникшие температурные трещины односторонние. Причинами образования трещин, проходящих по косой штробе, могли послужить прогибы сборных железобетонных перемычек наружного ряда толщиной 75 мм. Допускаемый прогиб перемычки при ее пролете 1200 мм составляет 6 мм (1/200l). Прогибы некоторых перемычек в пределах нормы или незначительно превышают норму и составляют 4-8 мм. Этого достаточно, чтобы в еще ненабравшей прочности каменной кладке образовались трещины.

Применение керамического и силикатного кирпича в цокольной части стены тоже не могло благоприятно сказаться на трещиностойкость стен.

Согласно таблице 6.17 [1] коэффициент линейного расширения α_t, град$^{-1}$:

- для кладки из силикатного кирпича, камней и блоков бетонных и бутобетонных равен $1 \cdot 10^{-5}$;

- для кладки из керамического кирпича равен $5 \cdot 10^{-6}$.

Деформации усадки для кладки из керамических камней и керамического кирпича согласно п. 6.30 [1] не учитываются, для кладки из силикатного кирпича, камней, блоков деформации усадки принимают равным $3 \cdot 10^{-4}$.

Заключение

Каменные конструкции, здания при качественном проектировании, строительстве и эксплуатации могут служить без серьезных повреждений 100 и более лет. Тому есть множество примеров. Образование трещин в каменной кладке стен вызывается в основном воздействием накладываемых друг на друга нескольких причин, одна из которых является превалирующей, явной.

Отступления от норм проектирования, рекомендации при проектировании и возведении каменных конструкций так же ведет к образованию повреждений. Примером служит устройство температурно-усадочного деформационного шва не на всю высоту здания. Ослабление стен устройством ниш-холодильников, применение разного вида кирпича в конструкции, например, силикатного и керамического, которые отличаются физическими свойствами, некачественная эксплуатация привело к образованию множества повреждений. Зданию требуется капитальный ремонт.

Список литературы

1 СП 15.13330.2020 «СНиП II-22-81* Каменные и армокаменные конструкции» / М., 2020. – 128 с.

2 Пособие по проектированию каменных и армокаменных конструкций (к СНиП II-22-81 «Каменные и армокаменные конструкции. Нормы проектирования») /ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР. - М.: ВДПП Госстроя СССР, 1989. – 152 с.

3 Ищук М.К., Айзятуллин Х.А. Трещиностойкость каменных стен. Вестник НИЦ «Строительство». 2021;31(4):43-50. https://doi.org/10.37538/2224-9494-2021-4(31)-43-50

АРХИТЕКТУРА МЕЧЕТИ ХУСАИНИЯ ГОРОДА ОРЕНБУРГА

Климова Ю.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург, расположенный на границе с Казахстаном, является пограничным для мусульманского и христианского миров. Данная ситуация нашла свое отражение в архитектуре города, которая, иногда очень неожиданно, объединяет стилистики двух вероисповеданий в своих зданиях. Одним из ярких примеров такого объединения является мечеть Хусаиния, расположенная в историческом центре Оренбурга, по улице Кирова.

В 1892 году по инициативе и на денежные средства татарского купца 1-й гильдии Ахмед-бая Хусаинова была построена данная мечеть архитектора Корина В.Д.[1]. К сожалению, какие-либо сведения о его деятельности найти не удалось, также как и исторические чертежи здания. На сегодняшний день сооружение сохранилось в прекрасном состоянии, имеет статус Джума-мечети (т.е. пятничной, соборной мечети) Оренбурга.

Рисунок 1 – Исторический снимок мечети Хусаиния

Мечеть Хусаиния представляет из себя прямоугольный объем высотой в два этажа, перекрытый скатной кровлей. Со стороны входа к основному корпусу здания пристроены два приближенных к квадрату в плане объема. Один из них, так же в два этажа и перекрытый кровлей на одном уровне с основным корпусом сооружения, является основанием для минарета, что позволяет отнести здание к типу мечети с минаретом над входной группой, характерных для татарских религиозных сооружений (всего в татарских

мечетях выделяют три типа здания: с отдельно стоящим минаретом, с минаретом над кровлей над входной группой и с минаретом над кровлей по центру здания [2]). К данному объему примыкает четверик высотой в один этаж с дверным проемом арочного типа, который увенчан скатной кровлей с купольной маковкой, что противоречит мусульманским канонам и является несомненным влиянием традиционной православной архитектуры [3]. Под всеми свесами кровли по периметру каждого объема проходит рельефный карниз с декором из ритмично расположенных небольших прямоугольных рустов.

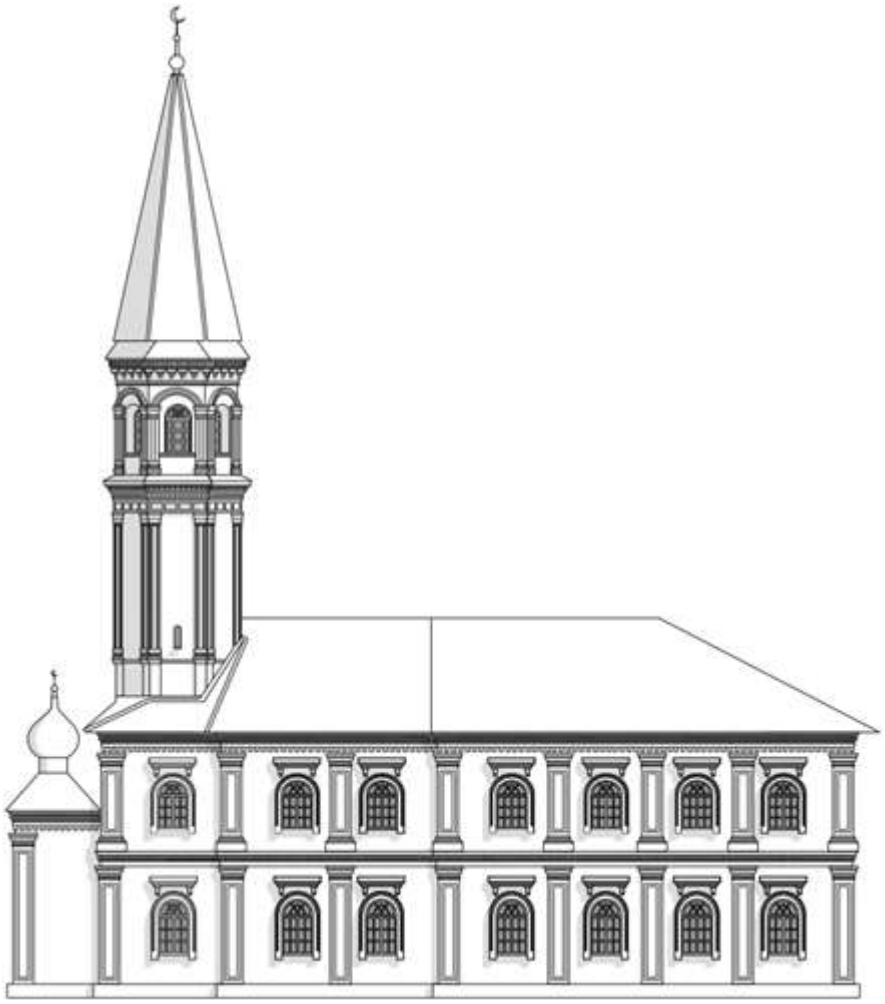


Рисунок 1 – Фасад мечети Хусаиния, реконструкция автора

Дублирует его идентичный пояс, выполненный по всему периметру мечети на уровне перекрытия первого этажа, тем самым зрительно разделяя вертикаль стен на 2 неравновеликих яруса (нижний выше, верхний ниже). Окна с арочным завершением ритмично расположены вдоль длинных сторон здания. Они обрамлены рельефными архивольтами с продолжением на всю высоту проема и заполнены ажурными деревянными импостами, выполненными с применением восточных мотивов. Над каждым окном выполнен карниз, состоящий из нескольких уровней, ровно в ширину оконного проема. Между окнами расположены пилястры с капителью с базой высотой в один этаж.

Минарет двухъярусный, каждый ярус которого представляет из себя восьмерик, отделенный один от другого рельефным многоуровневым поясом. Нижняя часть башни вытянута и составляет 2/3 высоты ее столба. Её грани декорированы пилястрами с капителью с базой, которая опирается на небольшой поясок, обрамляющий минарет чуть выше места его врезки в кровлю, что позволяет говорить о небольшом третьем ярусе башни. Каждая грань верхнего яруса прорезана арочным оконным проемом и декорирована невысокой пилястрой с капителью и базой, что делает ее воздушной и более нарядной. Над окнами между капителями устроен архивольт, который упирается в рельефный карниз. Его толщина в два раза тоньше карниза, разделяющего ярусы между собой, что соответствует классическим принципам тектоничности в архитектуре. Завершается минарет высокой конусообразной восьмигранной кровлей, традиционной для татарских мечетей, с небольшим шпилем и полумесяцем [4].

Декоративные элементы входной группы повторяют основные мотивы всего здания – по краям выполнены пилястры с базой и капителью, под кровлей устроен рельефный карниз. Завершает объем скатная кровля с небольшой главкой с полумесяцем, что является прямым заимствованием элементов православной архитектуры. Возможно, как и в элементах Караван-сарая, это была попытка примерить между собой два религиозных течения в пределах мечети, сохраняя при этом основные черты исламской архитектуры [5].

Арочный дверной проем устроен с северо-восточной стороны мечети, михраб расположен строго с противоположной стороны продольной оси здания. Гунбаз, как на многих татарских мечетях Казани, отсутствует.

Общее устройство мечети, а также особенности ее декоративного убранства, позволяют определить ее стиль как эклектику, о чем наиболее ярко говорит горизонтальное членение плоскости стены на два яруса и устройство ритмичных рядов пилястр, высотой в один ярус. В целом, здание представляет собой один из изящнейших образцов исламской архитектуры на территории города Оренбурга[6].

Список литературы:

1. Потаев Г.А., Градостроительство: теория и практика/ Потаев Г.А., М.:ФОРУМ, 2014.-432 с.

2. Самоквасов Д.Я., Древние города России. Историко-юридическое исследование/ Самоквасов Д.Я. – 1873. – 204 с.

3. Храмов И.В., Оренбург/ Храмов И.В., Оренбург, ООО «Оренбургское книжное издательство», 2008 – 204 с.

4. Татищев В.Н. История Оренбуржья. — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://kraeved.opck.Org/lichnosti/ osnovateli_orenburg_kraya/tatishev.php (дата обращения — 18.01.2024).

5. Пивоварова Н.В. ОСОБЕННОСТИ СТАНОВЛЕНИЯ ОРЕНБУРГСКОГО КУПЕЧЕСТВА // Научное сообщество студентов XXI столетия. ОБЩЕ-СТВЕННЫЕ НАУКИ: сб. ст. по мат. XIV междунар. студ.

науч.-практ. конф. № 14. URL: http://sibac.info/archive/social/8(11).pdf (дата обращения: 18.01.2024)

6. Климова Ю.В. Планировочная структура города-крепости как основа создания современных градостроительных концепций//Промышленное и гражданское строительство. 2017- №11.-с. 95-99

ОРИЕНТАЦИЯ СТУДЕНТОВ-АРХИТЕКТОРОВ НА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЦЕННОСТИ

Кобер О.И.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Аксиологический подход в педагогике можно по праву назвать новой философией образования и методологии, направленной на формирование личности учащегося, ценностного отношения к миру, другим людям, самому себе. Реализация ценностной парадигмы в вузовском образовании предусматривает усиление внимания к внутреннему миру студентов, к ориентации на принципиально важные для них ценности, от которых зависят стержневые установки на постижение мира, саморазвитие и образ будущей профессии. По мнению А. В. Кирьяковой, «аксиологическая функция образования заключается в обеспечении становления богатств внутреннего мира личности, в формировании вектор-развития и саморазвития личности» [10, с. 13].

Аксиологический потенциал личности студента-архитектора – это сложное динамическое интегральное личностное новообразование, синтезирующее в себе совокупность устойчивых ориентаций на общечеловеческие, личностные и профессиональные ценности. Выбор в качестве стержневых ценностей профессии таких феноменов как творчество, польза, красота, ответственность, составляющих смысловое ядро личности студента-архитектора, напрямую связан со спецификой архитектуры как вида искусства, в котором заложена дилемма соотношения художественного и утилитарного, эстетического и этического в архитектурной деятельности [12].

Выбирая творчество главной базовой ценностью, на которую необходимо ориентировать студентов-архитекторов, подчеркнем, что речь идет не о творчестве, заложенным в потенции каждого человека (А. Маслоу), а о художественном творчестве и творческом даре. Профессия архитектора для творчески одаренных людей, об этом свидетельствует и творческий экзамен (академический рисунок, композиция, черчение), который проводится при приеме абитуриентов в архитектурные вузы с целью выявления и отбора среди них тех, кто предрасположен к овладению этой творческой профессией.

В «Толковом словаре живого великорусского языка» В. И. Даля архитектор трактуется как «ученый строитель, художник-строитель» [7, с. 25], то есть подготовленный специалист, знающий тонкости строительного и инженерного дела, но при этом он должен быть художником, то есть творчески одаренной личностью с художественно-образным мышлением, поскольку архитектурная деятельность «имеет целью создание архитектурного объекта и включает в себя творческий процесс создания архитектурного проекта» [14, с. 13].

Важно отметить: архитектор, создавая новый, оригинальный образ будущего сооружения, использует художественный язык архитектуры. «Способность изображения и отличает художественную архитектуру как искусство от простого строительства» [5, 281]. Архитектор «имеет определённый замысел, символическую идею, благодаря которым простое утилитарное сооружение, строительная конструкция превращаются в художественный образ» [6, с. 488].

Архитектура – это «искусство строить», «первичное художественное творчество (идеальное), а строительство – это вторичное (исполнительское) искусство» (Ж. М. Вержбицкий), поэтому архитектор (специалист по проектированию зданий и сооружений различного назначения) – это творческая личность, наделённая художественным дарованием, образным мышлением и пространственным воображением, реализующая свои идеи, эмоции и видения в оригинальных работах.

Творчество – это специфическая деятельность, в результате которой создаются новые материальные и духовные ценности [15]. Творчество может рассматриваться в двух аспектах: как процесс и как результат деятельности творческой личности, которая должна обладать способностями, мотивами, знаниями и умениями, чтобы создавать произведение, отличающееся новизной, оригинальностью, уникальностью. Занимаясь творчеством, личность сама творчески развивается, испытывая потребность в самореализации, раскрытии и расширении своих созидательных возможностей.

В научной литературе преобладает деятельностный подход к пониманию творчества: «создание с помощью действия нового продукта (К. Роджерс); «деятельность человека по преобразованию действительности» (А. Бергсон, В. И. Вернадский); «взаимодействие субъекта с объектом, в ходе которого субъект изменяет окружающий мир, создает нечто новое, социально значимое в соответствии с требованиями объективных закономерностей» (Е. П. Ильин).

Творчество по сути своей сложный процесс, складывающийся из творческого метода, таланта, мировоззрения художника, его мастерства. Так, философ Н. А. Бердяев, в центре исследований которого была проблематика творчества, выделял в нем три элемента: дар, творческая свобода и сотворенный мир, подчеркивая при этом, что творчество неотрывно от свободы, лишь свободная личность творит [2]. Художественная деятельность всегда отличалась наивысшей степенью свободы, но творческая свобода архитектора имеет ограничения, связанные с его обязательствами перед заказчиком, подрядчиком, обществом.

Психолог В. М. Бехтерев называл условиями творчества «степень одаренности и соответствующее воспитание, которое развивает почти непреодолимое стремление или тягу к творческой деятельности» [3, с. 233]. Для актуализации феномена творчества студента-архитектора в вузовском образовании важно подходить к обучению и воспитанию тоже творчески, сделав его активным участником учебного процесса, чтобы изначально данная ему художественно-творческая сила вбирала в себя плоды различных

гуманитарных дисциплин – истории искусства, философии, социологии, психологии, эстетики – и технических наук, а также обогащалась личным опытом архитектурного проектирования и, переваривая все это в «котле художественного претворения бытия» (М. С. Каган), развивала ценностный потенциал.

Таким образом, нет никаких сомнений в том, что архитектор – это творческая профессия, и творчество является главной профессиональной ценностью архитектора.

Выбор в качестве базовых ценностей архитектора таких критериев, как польза, красота и ответственность предопределен практической, художественной и социальной природой архитектуры.

Польза – ценностное понятие практического сознания, отражающее положительное значение предметов и явлений в их отношении к чьим-либо интересам [15]. Критерий польза является одним из важнейших элементов в характеристике архитектуры, об этом известно с античных времен из знаменитой витрувианской триады (Витрувий «Десять книг об архитектуре», I в. до н.э.): Firmitas, Utilitas,Venustas – прочность, польза, красота – не утратившей своего значения до нынешних дней.

Архитектура – бифункциональное искусство, решающее две основные функции: утилитарную и художественную. «Положение архитектуры между искусством и техникой, между сферами материального и духовного производства превращает ее как бы в мост между ними» [16, с. 9]. Историк и теоретик архитектуры А. И. Иконников, подчеркивая прагматичность архитектуры, определил ее как «систему материальных структур, формирующую пространственную среду для жизни и деятельности людей» [8, с. 5].

Ценностная категория польза в контексте архитектурной деятельности включает в себя экономию средств, безопасность, новые виды строительной техники, научные достижения, целесообразность использования тех или иных материалов, функциональность, комфортность и даже гуманность. Архитектурная среда, в которой человек в силу жизненных ситуаций преимущественно проводит своё время, неизбежно влияет на его психическое и эмоциональное состояние, на его духовный мир и поведение, самочувствие и настроение, на мировоззренческие ориентиры и продуктивность на работе. Гуманная архитектура с позиции категории пользы – удобная для жизни в ней человека, соответствующая его потребностям, обеспечивающая гармоничные условия жизни, одним словом, человекоориентированная [12].

Архитектор эпохи Возрождения Л.-Б. Альберти в трактате «Десять книг о зодчестве» подчеркивал главную цель архитектуры – служение людям. Он определял ее как «искусство, без которого никак нельзя обойтись и которое приносит пользу, соединенную с наслаждением и достоинством». С ним согласен известный финский архитектор XX века А. Аалто, который в книге «Архитектура и гуманизм» утверждает, что средствами архитектуры важно обеспечить человеку наиболее гармоничные условия жизни, «любое

архитектурное решение должно нести в себе человеческий мотив, рожденный из анализа живой реальности» [1].

С критерием польза связаны ответы на вопросы: зачем строится здание, с какой целью, каково его функциональное назначение. «Специфика произведений архитектуры состоит в том, что материальное (функционально-техническое) и духовное нераздельно слито в них» [11, с. 217]. По ряду причин со временем произведения архитектуры могут лишиться своего первоначального функционального назначения, но продолжать приносить пользу человеку и использоваться в жизни современного города уже как памятники архитектуры и символы определенной историко-культурной эпохи.

Утилитарный аспект архитектуры очевиден: возведенные объекты должны быть полезны для жизнедеятельности человека и использоваться в практических целях.

Красота – важнейшая абсолютная ценность (наряду с добром и истиной), «эстетическая категория, обозначающая совершенство, гармоничное сочетание аспектов объекта, вызывающие у человека эстетическое наслаждение» [4]. По мнению немецкого архитектора П. Беренса, «архитектура служит двум идеалам: практицизму и красоте». Архитектор, создавая утилитарно-художественный мир, архитектурное пространство, в соответствии с материальными и духовными потребностями человека, формирует действительность по законам красоты. «Мера красоты здания с давних пор определяется гармонией и пропорциональностью частей, привлекательностью цвета и игрой света, уподобленностью природе, соответствием цели» [13, с. 67].

Красота как профессиональная ценность архитектора выступает в двух ипостасях: как эстетическая ценность и как художественная ценность. О принципиальном различии эстетической и художественной деятельности и их взаимосвязи в процессе формирования потенциала личности писал М. С. Каган [9]. Он указывал, что архитектор может ограничиваться приданием утилитарному сооружению эстетической ценности, а может подняться до решения более сложной задачи – сделать здание носителем художественных смыслов, образов, наделив тем самым художественной ценностью.

Красота как эстетическая ценность архитектора заключается в его акте эстетически значимого формообразования, умения найти эстетическую форму, соответствующую функциональному назначению сооружения. В ряде случаев при кратком восприятии архитектурного объекта достаточно эстетического эффекта (любование, восхищение, наслаждение), которое здание производит пропорциональностью, гармоничностью, соразмерностью, ритмичностью своих форм.

Красота как художественная ценность архитектора предстает в памятниках архитектуры, ставшими произведениями искусства и культурно-историческим наследием. Согласно М. С. Кагану, художественная ценность выступает как результат художественно-образного освоения мира, синкретического единства четырех основных видов деятельности: познавательной, преобразовательной, коммуникативной и ценностно-

ориентационной [9, с. 128]. Чем больше сооружение рассчитано на лицезрение, духовное с ним общение, тем шире его возможности в организации духовной атмосферы, и придание ему художественно-образного смысла (образ жизни человека или образ жизни культурной эпохи), позволяет говорить о художественной ценности, носителем которой выступает целостное, содержательно-формальное, социокультурное и эстетическое бытие здания.

Ответственность (от лат. respondere – отвечать) – категория этики, характеризующая личность с точки зрения выполнения ею этических норм и нравственных требований, предъявляемых обществом. Как социальное качество личности ответственность выражает жизненную позицию человека, его отношение к собственным поступкам и их последствиям. Ответственный человек держит слово, дорожит своим именем, исполняет свои обязательства, не боится отвечать за собственные слова, поведение и поступки.

Архитектор как представитель творческой профессии свободен в своем выборе творческого самовыражения и самореализации, но эта творческая свобода – другая сторона ответственности. Чем шире полномочия и реальные возможности архитектора, тем выше мера его ответственности. Специфика архитектурной деятельности такова, что категория ответственности является одним из важнейших показателей профессиональной зрелости. Причем архитектурная этика предусматривает широкий спектр видов профессиональной ответственности: моральная ответственность перед нынешним и будущим поколением за систему искусственной среды, которую создает вокруг себя человек; социальная ответственность за преобразование системы предметно-пространственного окружения в соответствии с актуальными потребностями общества; эстетическая ответственность за сохранение эстетической целостности архитектурной среды и возведение произведений архитектуры; экологическая ответственность за сознательное отношение к требованиям охраны окружающей среды; корпоративная ответственность перед коллегами, подрядчиком и заказчиками; юридическая ответственность при разрешении деловых споров и конфликтов; нравственная ответственность в вопросах честного строительства и при рассмотрении проблем, связанных с интеллектуальной собственностью.

Ответственность для архитектора – это искусство морального выбора, умение выступать посредником между заказчиком и подрядчиком, находить консенсус в решении вопросов бизнеса и искусства, утилитарности и эстетики, прагматизма и творческого поиска, новаторства и традиции, сохранения историко-культурных памятников и возведения объектов будущего. Кодекс профессиональной этики российских архитекторов, принятый в 2004 году на VI Съезде Союза архитекторов России, четко прописал обязанности архитектора и указал, что должен он делать, чтобы поддерживать свои честь и достоинство, сохранять авторитет и престиж профессии.

Ценностная ориентация на ответственность особенно актуальна в университетском образовании, на этапе профессионального становления личности. Педагогической задачей является превращение ответственности в

личностное качество студента-архитектора, в его внутреннюю потребность следовать архитектурной этике, готовности отвечать за свои действия и их последствия.

Таким образом, рассмотрев в качестве профессиональных ценностей архитектора творчество, пользу, красоту и ответственность, мы можем утверждать, что это не случайный ценностный набор. Ориентация на совокупность данных ценностей позволяет творческой личности архитектора осуществлять созидательную проектную деятельность, создавать новые, оригинальные произведения искусства, имеющие утилитарное назначение и соответствующие эстетическим критериям, в соответствии с кодексом профессиональной этики архитектора.

Ценностные доминанты будущего архитектора – творчество, польза, красота, ответственность – формируемы и являются объектом воспитания, целенаправленного воздействия. Образование – основной канал приобщения студентов к профессиональным ценностям: в университетской среде осуществляется подготовка будущего специалиста к трансляции ценностей в жизнедеятельность. Профессиональные ценности архитектора, наряду с другими общечеловеческими ценностями, входят в арсенал ценностного мира студенческой молодежи, каждая из этих категорий может быть представлена и в аксиологическом ядре личности студента, занимая ту или иную ступень в иерархии ценностей, но только у будущих архитекторов система данных ценностей является базовым компонентом аксиологического потенциала, выступает в качестве «оси сознания», саморегуляции поведения и обеспечивает устойчивость личности, ориентированной на будущую профессиональную деятельность.

Важно отметить ту большую роль, какую в развитии ценностного самоопределения студента в учебном процессе играет дисциплина по истории искусств, рассматривающая с позиции историко-культурного подхода произведения изобразительного искусства и памятники архитектуры, творчество великих мастеров каждого этапа мирового искусства, приобщающая будущих специалистов к художественным ценностям и выводящая их в сферу мировоззренческого осмысления профессии архитектора.

Изучение истории искусства позволяет студентам-архитекторам сделать систему профессиональных ценностей архитектора – творчество, польза, красота, ответственность – шкалой личностных ценностей в процессе деятельностного их распредмечивания при анализе художественных произведений.

Список литературы

1. Аалто, А. Архитектура и гуманизм / А. Аалто; пер. с фин. – М.: Прогресс, 1978. – 221 с.

2. Бердяев, Н. А. Философия свободы. Смысл творчества / Н. А. Бердяев. – М.: Правда, 1989. – 605 с.

3. Бехтерев, В. А. О творчестве с точки зрения рефлексологии / В. А. Бехтерев // Грузенберг, С. О. Гений и творчество. Основы теории и психологии творчества. – Л.: Книжный Дом «ЛИБРОКОМ», 2022. – 228–233 с.
4. Бычков, В. В. Эстетика / В. В. Бычков. – М.: Гардарики, 2002. – 556 с.
5. Виппер, Б. Р. Введение в историческое изучение искусства / Б. Р. Виппер. – М.: Издательство В. Шевчук, 2015. – 368 с.
6. Власов, В. Г. Новый энциклопедический словарь изобразительного искусства / В. Г. Власов. В 10 т. Т. 1. – СПб.: Азбука-классика, 2004. – 576 с.
7. Даль, В. И. Толковый словарь живого великорусского языка / В. И. Даль. В 4 т. Т. 1. – М.: Русский язык, 1989. – 699 с.
8. Иконников, А. В. Основы архитектурной композиции / А. В. Иконников, Г. П. Степанов. – М.: Искусство, 1971. – 224 с.
9. Каган, М. С. Философская теория ценностей / М. С. Каган. – СПб.: ТОО ТК «Петрополис»,1997. – 205 с.
10. Кирьякова, А. В. Аксиологическая концепция ориентации личности в мире образования / А. В. Кирьякова // Вестник ОГУ. –1999. – № 1. – С. 13–19
11. Кобер, О. И. К вопросу о ценностях архитектурного наследия / О. И. Кобер // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции, 25–27 янв. 2021 г., Оренбургский государственный университет. – Оренбург: ОГУ, 2021. – С. 213–218.
12. Кобер, О. И. К вопросу о ценностных ориентирах студента-архитектора / О. И. Кобер // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции, 26–27 янв. 2022 г., Оренбургский государственный университет. – Оренбург: ОГУ, 2022. – С. 2532–2534.
13. Кузнецова, Е. С. Спектр ценностей памятника архитектуры / Е. С. Кузнецова // Обсерватория культуры. – 2014. – № 1. – С. 62–70.
14. Словарь строительных терминов / А. И. Орт, Р. А. Фалтинский. – СПб.: ШтандАрт–КГИОП, 2009. – 336 с.
15. Философский энциклопедический словарь / под ред. Л. Ф. Ильичева и др. – М.: Сов. энциклопедия, 1983. – 275 с.
16. Эстетические ценности предметно-пространственной среды / под общ. ред. А. В. Иконникова. – М.: Стройиздат, 1990. – 334 с.

ИНТЕГРАЦИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТ В ИНЖЕНЕРНУЮ ЦИФРОВУЮ МОДЕЛЬ МЕСТНОСТИ И ЦИФРОВУЮ ИНФОРМАЦИОННУЮ МОДЕЛЬ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ

Кулешов И.В., Коваленко А.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В статье анализируется влияние информационного моделирования на процессы геодезии и маркшейдерии в контексте строительства и инженерных изысканий. Рассматриваются ключевые аспекты интеграции методов сбора пространственных данных с системами информационного моделирования, такими как BIM (Building Information Modeling) и GIS (Geographic Information Systems). Определяются потенциальные преимущества и вызовы, стоящие перед отраслью, а также стратегии оптимального внедрения этих технологий.

Геодезические и маркшейдерские работы представляют собой важный элемент в строительстве и инженерных изысканиях, обеспечивая точное позиционирование и визуализацию объектов в пространстве. Традиционные методики этих исследований претерпевают значительные изменения в связи с развитием технологий информационного моделирования. Современные BIM и GIS системы предоставляют инструменты для создания детализированных цифровых моделей объектов и ландшафта, что не только улучшает качество планирования и выполнения работ, но и способствует повышению общей эффективности проектов.

В современном строительстве и инженерных изысканиях геодезические и маркшейдерские работы играют ключевую роль в обеспечении точности и координации проектов. Одновременно с развитием информационных технологий возникает потребность в интеграции этих процессов с использованием технологии информационного моделирования. Данная работа посвящена изучению преимуществ и перспектив интеграции геодезических и маркшейдерских работ с информационным моделированием в контексте строительства, инженерных изысканий и исполнительной документации.

Исследование базируется на анализе литературы по современным технологиям геодезии и маркшейдерии, разработке и использованию BIM и GIS в строительстве и инженерных изысканиях. Рассматривается интеграция GNSS, лазерного сканирования (LIDAR), фотограмметрии, дронов (UAV) и 3D-моделирования в информационное моделирование.

Настоящая работа направлена на выявление актуальности и значимости интеграции геодезических и маркшейдерских работ с информационным моделированием и представляет важный вклад в развитие современной инженерной практики.

Интеграция геодезических и маркшейдерских работ с информационным моделированием приводит к существенным изменениям в рабочих процессах. Обмен данными между платформами становится автоматизированным, что повышает точность и сокращает время подготовки проектных и исполнительных документов.

Направленность на BIM и GIS приводит к созданию единого информационного пространства, где все данные о проекте синхронизированы и доступны в реальном времени. Это улучшает качество принимаемых решений на всех этапах строительного процесса.

Автоматизация процессов и снижение вероятности ошибок за счет использования цифровых моделей снижает затраты на проектирование и строительство, а также обеспечивает лучший контроль над бюджетом.

Трехмерные модели, созданные с помощью интегрированных данных, облегчают визуализацию и обсуждение проектов между различными участниками, включая инвесторов, инженеров и локальные сообщества.

Базовые понятия ТИМ начали появляться еще в 2019 году, когда федеральный закон № 151-ФЗ внес термин «информационная модель» в Градостроительный кодекс.[1]

ТИМ — это не просто цифровой макет здания. Более простые трехмерные чертежи называются просто Building Models, или 3D Computer-Aided Design (CAD) - они стали предшественницами ТИМ. В отличие от них, ТИМ включают в себя не только трехмерный макет здания, но и весь спектр разнообразных данных, которые важны при строительстве: свойства строительных материалов и конструкций, время, необходимое для тех или иных работ, данные об освещении, затраты энергии на тот или иной процесс, и многое другое. Эта модель позволяет централизованно контролировать все рабочие процессы в строительстве.[7] ТИМ описывают как 5D модели, где к трем пространственным измерениям добавляются еще два: время и стоимость.

Постановление Правительства от 5 марта 2021 года № 331 устанавливает, что с января 2022 года при заключении договора о подготовке проектной документации для строительства, реконструкции, капитального ремонта объекта, финансируемого с привлечением бюджетных средств, формирование и ведение информационной модели объекта становится обязательным для заказчика, застройщика, технического заказчика и эксплуатирующей организации. Исключение составляют только объекты, которые создаются в интересах обороны и безопасности государства.[2]

В геодезических и маркшейдерских работах информационное моделирование становится всё более значимым за счёт внедрения новых технологий и программного обеспечения, которые повышают точность, эффективность и быстроту выполнения работ. Ниже перечислены современные методы и технологии, используемые в этой сфере:

1. BIM (Building Information Modeling - Информационное моделирование зданий) — эта технология объединяет данные о каждом аспекте здания (или иной инфраструктуры) в цифровом виде, что позволяет всем участникам

процесса эффективно сотрудничать на всех этапах жизненного цикла объекта, от проектирования до эксплуатации.

2. GIS (Geographic Information Systems - Географические информационные системы) — системы, которые обрабатывают, хранят, анализируют и визуализируют пространственные (геопространственные) данные.

3. GNSS (Global Navigation Satellite Systems - Глобальные навигационные спутниковые системы) — технология, использующая сигналы спутников для определения положения объектов на земной поверхности с высокой точностью. Примеры таких систем: GPS (США), GLONASS (Россия), Galileo (ЕС), BeiDou (Китай).

4. Лазерное сканирование (LIDAR — Light Detection and Ranging) – метод определения расстояний до объектов с помощью лазера, который позволяет создавать точные трёхмерные модели ландшафтов, строений и т.д.

5. Фотограмметрия — метод получения информации о физических объектах и окружении через процесс записи, измерения и интерпретации фотографий и узоров электромагнитного излучения, отраженного от объектов.

6. UAV (Unmanned Aerial Vehicles - Беспилотные летательные аппараты) — дроны часто используются для аэрофотосъёмки, LIDAR-сканирования и мониторинга, предоставляя быстрый и относительно недорогой способ сбора данных.

7. 3D-моделирование — создание трехмерных моделей поверхности земли, подземных работ, инфраструктуры и т.д., что позволяет лучше понять пространственные отношения и планировать работы.

8. Интеграция с другими системами — интеграция данных геодезии и маркшейдерии с другими информационными системами, такими как системы управления активами, планирование и управление ресурсами, для обеспечения своевременного доступа к актуальной информации.

9. Виртуальная и дополненная реальность (VR/AR) — применяются для иммерсионной визуализации и интеракции с геодезическими данными, что может улучшить понимание проектов и облегчить принятие решений.

Эти методы и технологии постоянно развиваются, и их применение позволяет геодезистам и маркшейдерам решать задачи более эффективно, повышать точность измерений и моделирования, а также улучшать взаимодействие между всеми участниками проекта.

Интеграция геодезических и маркшейдерских работ с технологией информационного моделирования (BIM, GIS и другими системами) представляет собой процесс объединения методов сбора и анализа пространственных данных с цифровыми моделями об объектах и инфраструктуре.[7] Эта интеграция улучшает взаимодействие между участниками проекта, обогащает информационные модели актуальными данными и повышает точность планирования и выполнения работ.

Вот некоторые аспекты такой интеграции:

1. Сбор данных: с использованием GNSS, лазерного сканирования и аэрофотосъёмки получаются точные данные о местности и существующих конструкциях, которые могут быть затем импортированы в программы для информационного моделирования.

2. Создание цифровых моделей: геодезические и маркшейдерские данные используются для создания базовой цифровой модели местности в BIM или GIS. Это может включать цифровые модели рельефа, подземных коммуникаций, зданий и других инфраструктурных элементов.

3. Анализ и проектирование: инженеры и дизайнеры используют эти модели для анализа условий местности и оптимизации проектных решений. Такое взаимодействие способствует более осознанному планированию с учетом всех геодезических и маркшейдерских факторов.

4. Интероперабельность: обеспечение совместимости различных программных решений и форматов данных позволяет бесперебойно передавать информацию между всеми участниками проекта, что снижает вероятность ошибок и несоответствий.

5. Мониторинг и управление строительством: в процессе строительства геодезические работы непрерывно сверяют реальное положение объектов с их расположением в модели BIM, что позволяет выявлять отклонения и оперативно корректировать ошибки.

6. Эксплуатация и обслуживание: после завершения строительства интегрированные геодезические данные и модели можно использовать для управления зданиями и инфраструктурой, планирования работ по обслуживанию и ремонту.

7. Визуализация и обмен знаниями: виртуальная и дополненная реальность могут использоваться для визуализации моделей на основе геодезических данных, делая информацию более доступной для неспециалистов и заинтересованных сторон проекта.

8. Архивирование и документирование: точные геодезические и маркшейдерские данные вместе с BIM-моделями служат надежной базой для архивации информации о проекте на всё время его жизненного цикла.

Интеграция этих технологий требует внедрения современных программных платформ, но преимущества значительны, включая улучшенный контроль за проектом, меньшее количество ошибок, сокращение времени и расходов, а также улучшение общего качества и безопасности проектирования и строительства.

Информационное моделирование играет ключевую роль в создании исполнительной документации на различных этапах строительства и эксплуатации объектов. Используя методы ТИМ, профессионалы могут существенно повысить качество и точность исполнительной документации, а также упростить и ускорить процесс её подготовки.[6] Вот несколько аспектов, в которых информационное моделирование оказывает влияние на создание исполнительной документации:

1. Точность данных: цифровые модели, созданные с помощью информационного моделирования, обеспечивают высокую точность данных, поскольку они основаны на актуальных измерениях и наблюдениях во время строительства. Это позволяет точно отразить действительное положение всех элементов конструкции.

2. Обновление информации в реальном времени: использование ТИМ позволяет вносить изменения в проект и сразу же отображать их во всех связанных документах, что минимизирует риск ошибок при обновлении документации.

3. Автоматизация процессов: с помощью информационного моделирования возможно автоматическое генерирование чертежей, спецификаций и других составляющих исполнительной документации, что сокращает ручной труд и повышает эффективность процесса.

4. Контроль исполнения: ТИМ-технологии облегчают процесс контроля за соответствием фактически выполненных работ проектным данным, что способствует предотвращению и быстрому устранению потенциальных ошибок на месте.

5. Визуализация: трехмерные модели дают наглядное представление об объекте, что упрощает понимание сложных конструкций и систем для всех участников проекта, включая рабочих, не имеющих специальной подготовки.

6. Документация изменений: любые изменения в проекте, выполненные в ходе строительства, можно точно документировать с помощью информационного моделирования, что обеспечивает постоянную актуальность исполнительной документации.

7. Интеграция с другими системами: ТИМ позволяет интегрировать модели с системами планирования, управления проектами и логистики, что создает единую информационную среду для всех этапов жизненного цикла объекта.

8. Снижение затрат и рисков: более точная и доступная документация уменьшает риски ошибок и дополнительных затрат, связанных с некачественным исполнением работ или необходимостью их переделки.

9. Устойчивость к изменениям: проекты, документированные с использованием ТИМ, более адаптивны к изменениям, и обновление исполнительной документации становится менее затратным и времязатратным процессом.

10. Поддержка эксплуатации и обслуживания: полная и актуальная документация, созданная в процессе строительства, необходима для дальнейшего эффективного управления, обслуживания и ремонта объекта.

Несмотря на явные преимущества, интеграция информационного моделирования представляет ряд вызовов. К ним относятся необходимость в обучении специалистов, разработка стандартов обмена данными, инвестиции в новое оборудование и программное обеспечение. Отрасли необходимо преодолеть эти барьеры для полноценного использования потенциала информационного моделирования.

Внедрение ТИМ технологий находится по современным меркам на начальной стадии, еще не принят единый стандарт для файлов, нет четкого понимания, как будет происходить обмен данными. Не понятно, что будет получать «рабочая группа» на выходе, но уже сейчас к общепринятым формам вывода можно отнести следующее:

1. Чертежная 2D рабочая документация;
2. 3D модели;
3. Таблицы, ведомости, спецификации;
4. Компьютерные файлы (чертежи, графики производства работ и бланки заказ нарядов);
5. Ведомости специальных проектных расчётов;
6. Презентации, видеофайлы и анимационные модели;
7. Чертежи отдельных объемных элементов, файлы для трехмерной печати и заводских шаблонов;
8. Файлы для станков ЧПУ, лазерных резаков;
9. Статистические данные по объекту и вообще любая информация необходимая для проектирования, строительства и эксплуатации здания.

Таким образом, информационное моделирование служит не просто инструментом для создания графических документов, но и обеспечивает полноценное информационное сопровождение объекта на всех стадиях его жизненного цикла, начиная от проектирования и заканчивая эксплуатацией.

В заключении можно подчеркнуть, что интеграция геодезических и маркшейдерских работ с использованием информационного моделирования представляет собой перспективное направление развития в области строительства и инженерных изысканий. Это позволяет повысить эффективность и точность выполнения работ, улучшить координацию между различными участниками проекта и обеспечить более надежное создание исполнительной документации.

С учетом быстрого развития технологий информационного моделирования, особенно в контексте строительства, важно продолжать исследования и развитие данной области. Это позволит эффективно применять новейшие методы и технологии для оптимизации геодезических и маркшейдерских работ, повышения качества исполнительной документации и улучшения управления данными.

Интеграция геодезических и маркшейдерских работ с методами информационного моделирования внесла значительные изменения в практику строительства и инженерных изысканий. Использование BIM и GIS позволяет достигать высокой точности данных, обеспечивает улучшенную координацию проекта, снижает затраты и способствует более глубокому пониманию и эффективному управлению строительными процессами. Для успешной интеграции необходимо решить ряд организационных и технических задач, а также уделить внимание подготовке специалистов и развитию инфраструктуры данных.

Список литературы

1. Федеральный закон от 27 июня 2019 г. N 151-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации" и отдельные законодательные акты Российской Федерации»

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 05.03.2021 № 331 «Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства»

3. СП 48.13330.2019. «Организация строительства». СНиП 12-01-2004 – Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 24 декабря 2019 г. N 861/пр и введен в действие с 25 июня 2020 г.

4. СП 126.13330.2017. «Геодезические работы в строительстве» - Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 24 октября 2017 г. N 1469/пр и введен в действие с 25 апреля 2018 г.

5. СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» - Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. N 928/пр и введен в действие с 1 июля 2021 г.

6. Понявина Н. А. Внедрение BIM-технологий как основной путь совершенствования строительной отрасли / Н. А. Понявина, М. Е. Попова, К. А. Андреева, А. В. Мищенко // Строительство и недвижимость. 2020. – № 3(7). – С. 115-119.

7. Сердюкова, Е. А. BIM-моделирование как неотъемлемая часть современного строительства / Е. А. Сердюкова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 5-2(68). – С. 56-59.

МЕТОДИКА РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИТОВ

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

Технологии безостановочного ремонта становятся всё более популярными, обеспечивая возможность надежной эксплуатации трубопроводов в межремонтный период и позволяя увеличивать срок их службы.

В настоящее время специалистами активно прорабатывается вопрос внедрения на объектах трубопроводного транспорта прогрессивных и безопасных экологически чистых технологий ремонта дефектов трубопроводов (выявленных в результате внутритрубной диагностики) без остановки перекачки транспортируемой среды [1].

Инженерные цели механики разрушения в строительстве заключаются в оценке опасности различных видов дефектов-трещин, пустот. Что позволяет, проводить неразрушающую проверку по обнаружению, оценке и устранению дефектов [2]. Важнейшая задача - определение величин напряжений и удельная работа образования трещины, с учетом критериев прочности.

Для трещины I (случай – отрыв, когда $\omega = 0$):

$$\sigma_x = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \cos\frac{\theta}{2}\left(1 - \sin\frac{\theta}{2}\sin\frac{3\theta}{2}\right) + ..., \quad (1)$$

$$\sigma_y = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \cos\frac{\theta}{2}\left(1 - \sin\frac{\theta}{2}\sin\frac{3\theta}{2}\right) + ..., \quad (2)$$

$$\tau_{xy} = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \sin\frac{\theta}{2}\cos\frac{\theta}{2}\cos\frac{3\theta}{2} + ..., \quad (3)$$

$$\tau_{xz} = \tau_{yz} = 0, \qquad \sigma_z = \nu\left(\sigma_x + \sigma_y\right), \quad (4)$$

$$u = \frac{K_I}{\mu}\sqrt{\frac{r}{2\pi}} \cos\frac{\theta}{2}\left(1 - 2\nu + \sin^2\frac{\theta}{2}\right) + ..., \quad (5)$$

$$\upsilon = \frac{K_I}{\mu}\sqrt{\frac{r}{2\pi}} \sin\frac{\theta}{2}\left(1 - 2\nu + \sin^2\frac{\theta}{2}\right) + ... \quad (6)$$

Для трещины II (случай поперечный сдвиг):

$$\sigma_x = -\frac{K_{II}}{\sqrt{2\pi r}}\sin\frac{\theta}{2}\left(1+\cos\frac{\theta}{2}\cos\frac{3\theta}{2}\right)+..., \quad (7)$$

$$\sigma_y = \frac{K_{II}}{\sqrt{2\pi r}}\cos\frac{\theta}{2}\sin\frac{\theta}{2}\cos\frac{3\theta}{2}+..., \quad (8)$$

$$\tau_{xy} = \frac{K_{II}}{\sqrt{2\pi r}}\cos\frac{\theta}{2}\left(1-\sin\frac{\theta}{2}\sin\frac{3\theta}{2}\right)+..., \quad (9)$$

$$\tau_{xz} = \tau_{yz} = 0, \qquad \sigma_z = \nu\left(\sigma_x + \sigma_y\right), \quad (10)$$

$$u = \frac{K_{II}}{\mu}\sqrt{\frac{r}{2\pi}}\sin\frac{\theta}{2}\left(1-2\nu+\cos^2\frac{\theta}{2}\right)+... \quad (11)$$

$$\upsilon = \frac{K_{II}}{\mu}\sqrt{\frac{r}{2\pi}}\cos\frac{\theta}{2}\left(2\nu-1+\sin^2\frac{\theta}{2}\right)+... \quad (12)$$

Для трещины III (случай – продольный сдвиг):

$$\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = \tau_{xy} = 0, \quad (13)$$

$$\tau_{xz} = -\frac{K_{III}}{\sqrt{2\pi r}}\sin\frac{\theta}{2}+..., \qquad \tau_{yz} = \frac{K_{III}}{\sqrt{2\pi r}}cos\frac{\theta}{2}+..., \quad (14)$$

$$u = \upsilon = 0, \qquad \omega = \frac{K_{III}}{\mu}\sqrt{\frac{2r}{\pi}}\sin\frac{\theta}{2}+... \quad (15)$$

Пользуясь асимптотическими формулами исключаем из рассмотрения концевые зоны, для того чтобы выполнялся закон Гука. При моделировании области дефекта применен нестандартный подход, дающий более адекватное визуальное представление результатов решения.

Композитный метод ремонта относится к выборочному ремонту по восстановлению работоспособности отдельных участков трубопроводов различных диаметров и конфигураций без остановки перекачиваемой жидкости.

Используя математический аппарат предлагаем методику ремонта с применением полимерных композитных материалов:

Первый этап: определение места и длины дефектного участка (анализ

дефектоскопии, толщинометрии, результаты внутритрубной диагностики).

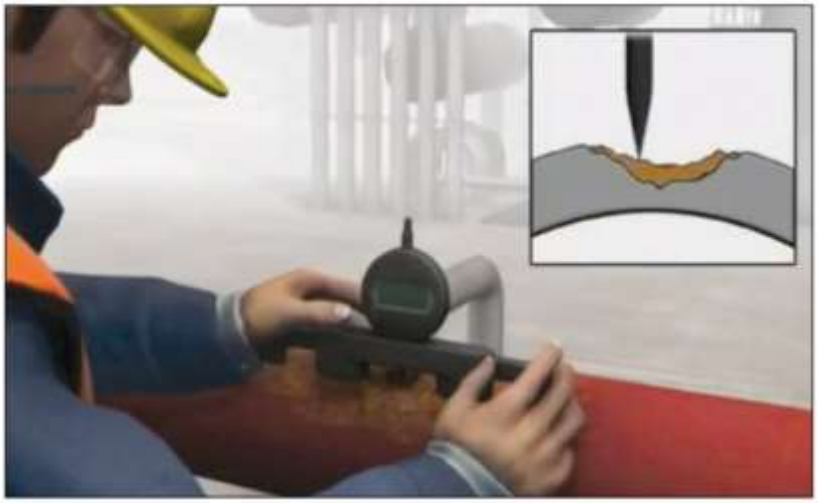


Рисунок 1 – Визуальный и измерительный контроль

Второй этап: муфта КРМ рассчитывается согласно стандарту ГОСТ Р ИСО 24817, исходя из характеристик трубопровода: диаметра, геометрии, давления, типа дефекта, предполагаемого срока службы. Расчет осуществляется методом конечных элементов путем моделирования в системе АРМ WinMachine.

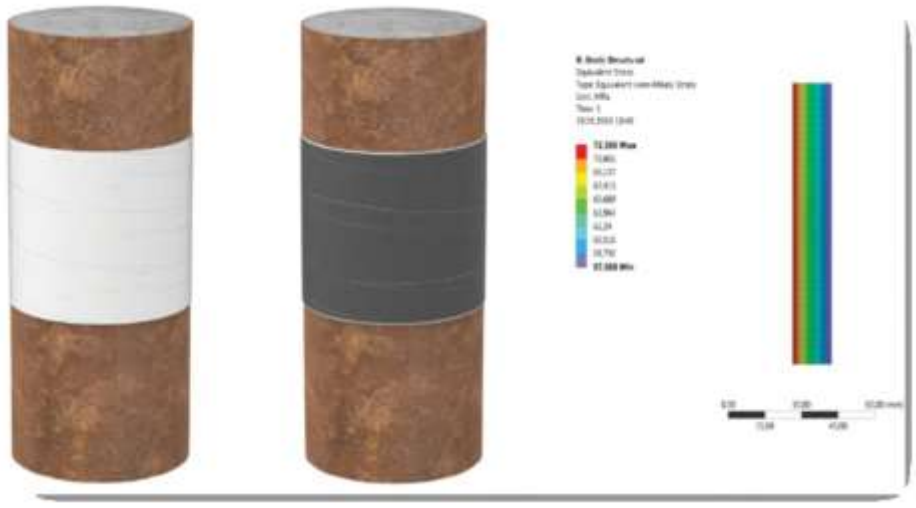


Рисунок 2 – Расчет муфты КРМ

Третий этап: трубопровод в месте ремонта (дефектной части) очищается от старой изоляции механическим или химическим способом, а также обезжиривается.

Четвертый этап: место дефекта заполняется эпоксидной смолой и выравнивается, затем происходит обработка специальным праймером, и далее накладывается расчетное количество витков стеклопластиковой или другого вида армирующего волокна ленты с нанесением также праймера между ее слоями.

Конструкция после отверждения адгезива сформирована.

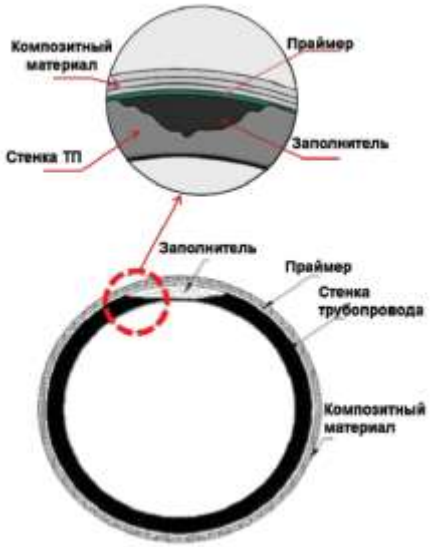


Рисунок 3 – Внешний вид разрез муфты после отвердевания

Соответствие ремонта правилам безопасности

В целях обеспечения безопасной эксплуатации трубопроводов с установленными КРМ производителем проведен полный комплекс лабораторных испытаний и получена необходимая разрешительная документация на применение данной технологии на ОПО [3].

В заключение следует отметить, что предлагаемый способ ремонта при проведении текущего и планового ремонта трубопроводов с использованием композитных материалов на основе РКМ позволит:

- проводить ремонт без остановки трубопровода;
- восстановить несущую способность аварийного участка с износом стенки трубопровода до 90%;
- обеспечить надежность ремонта в течение 20 лет;
- сократить стоимость ремонта и получить экономический эффект за счет отсутствия потерь нефти и газа от остановки трубопровода и как следствие улучшение экологической обстановки в регионах.

Применение нетрадиционных технологий повышает эффективность аварийного и капитального ремонтов и позволяет увеличить объем выборочного ремонта всех видов опасных дефектов, выявленных в результате внутритрубной диагностики. На сегодня данная технология является самой прогрессивной, оперативной, высокоэкономичной и экологически чистой.

Список литературы

1. ФНП «Правила безопасной эксплуатации внутрипромысловых трубопроводов»//Утв. приказом № 515 от 30.11.2017.

2. Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов. РД-132-94//УТВ. приказом № 10-03/337 от 30.12.1993.

3. ФНП «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности»//Утв. приказом № Ю1 от 12.03.2013.

КОМПОЗИТНЫЙ РЕМОНТ ДЕФЕКТОВ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА

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

Композитные материалы - одна из самых перспективных технологий ремонта и восстановления трубопроводов, которая сочетает в себе такие преимущества, как прочность, легкость, коррозионная стойкость. Сфера применения композитных материалов чрезвычайно широка и постоянно расширяется (авиационная и космическая промышленность, машиностроение, энергетика, нефтегазовая отрасль).

В настоящее время специалистами активно прорабатывается вопрос внедрения на объектах трубопроводного транспорта прогрессивных и безопасных экологически чистых технологий ремонта дефектов трубопроводов (выявленных в результате внутритрубной диагностики) без остановки перекачки транспортируемой среды.

В статье представлен способ ремонта, при котором применяется армирующее волокно и полимерный связующий состав. Основным отличием от других технологий является возможность нанесения армирующего волокна на сложные участки трубопроводов различной геометрии (тройники, отводы, переходы, крестовины, фланцевые соединения, сварные швы), а также ремонт вмятин, трещин и сколов.

Технологии безостановочного ремонта становятся всё более популярными, обеспечивая возможность надежной эксплуатации трубопроводов в межремонтный период и позволяя увеличивать срок их службы. Сегодня трудно переоценить важность безаварийной работы нефте- и газопромысловых трубопроводов, особенно когда возможный ущерб может быть невосполним в связи с вредом, причиненным экологической обстановке или здоровью людей [1].

Одной из инновационных технологий безостановочного ремонта является восстановление несущей способности трубопроводов композитными материалами. Такой ремонт обеспечит безаварийную эксплуатацию поврежденного механически или подверженного коррозии трубопровода и позволит избежать утечки продукта и связанных с ней дорогостоящих мероприятий по ликвидации аварии [1].

Композитный материал - искусственно созданный неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов с четкой границей раздела между ними. В результате совмещения армирующих элементов и матрицы образуется композиция, обладающая набором свойств, отражающих не только исходные характеристики ее компонентов, но и включающих новые свойства, которыми изолированные компоненты не обладают [2].

Ремонт дефектов трубопроводов, точнее способы, применяемые в промышленности, весьма ограничены, таким традиционными методами, как: шлифовка, заварка, вырезка дефекта (замена катушки, трубы или плети), установка ремонтной конструкции (муфты, патрубки). Указанные методы имеют ряд существенных недостатков по сравнению с композитным методом (подробнее см. в таблица l).

Учитывая, что до 80% трубопроводного парка предприятий ТЭК состоит из труб, изготовленных из металла, а подразделения предприятий по эксплуатации и ремонту - это работники, обученные для ремонта стальных трубопроводов, то предприятие вынуждено идти на издержки и финансовые потери, связанные с аварийной остановкой трубопровода, привлечением людских ресурсов и специальной техники для ликвидации отказов и их последствий.

Таблица 1 – Сравнительный анализ

Вид ремонта	Преимущества к композитному методу ремонта	Недостатки к композитному методу ремонта
Вырезка дефекта (замена катушки, трубы или плети)	полностью меняется аварийный участок	высокая стоимость, необходимость в остановке трубопровода и необходимость специальной техники
Аварийный ремонт (заварка, установка хомутов)	низкая стоимость, высокая скорость выполнения работ	временный ремонт, вероятность возникновения повторной аварии
Установка ремонтной конструкции (муфты, патрубка)		высокая стоимость, необходимость в специальном оборудовании

Композитный метод ремонта относится к выборочному ремонту по восстановлению работоспособности отдельных участков трубопроводов различных диаметров и конфигураций без остановки перекачиваемой жидкости. Для ремонта по данной технологии предлагаемые композитные материалы различны, при этом, как правило, более технологичны и не требуют специального оборудования, техники и дополнительных приспособлений, людей и материалов.

Для выполнения ремонта по плановой замене участков трубопроводов привлекаются подрядные организации, специализирующиеся на ремонте с применением композитных материалов, либо проводится обучение персонала эксплуатирующей организации и оснащение оборудованием и материалами [3].

Композитный метод и его применение

Композитный ремонт трубопроводов - это разновидность ремонта, при котором армирующий восстанавливающий материал наносится на поверхность трубопровода, тем самым создавая целостную твердую муфту с требуемым набором эксплуатационных свойств на всё время гарантийной эксплуатации.

Существует несколько типов ремонтных конструкций, традиционно

называемых композитными муфтами. Следует различать конструкции с болтовыми соединениями от адгезионных муфт, образующих единое целое со стенкой трубопровода.

Комбинация армирующего волокна и полиуретанового/эпоксидного связующего состава позволяет достичь максимальных прочностных характеристик в 1,5-2 раза выше, чем у стали. В зависимости от задачи, в качестве армирующего компонента используется стекловолокно, углеволокно или арамидное волокно (кевлар).

Активно используются композитные муфты УКМТ для аварийного ремонта трубопроводов, но они обладают рядом существенных недостатков (таблица 2) по сравнению с ремонтно-композитными муфтами.

Таблица 2 – Результат сравнения муфт УКМТ и РКМ

Технические характеристики	УКМТ	РКМ из армирующего волокна и полимерного связующего
Применение на сложных участках трубопроводов различной геометрии с потерей металла до 90%	нет	да
Ремонт сквозных отверстий (внутренняя и наружная коррозия)	да	да
Высокая скорость установки муфты на трубопровод	да	нет
Ограниченный ремонтный диапазон муфты	да	нет
Высокая адгезионная прочность к стальной трубе	да	да
Возможность восстановления и ремонта вмятин, трещин, сварных швов, межфланцевых соединений на трубопроводе	нет	да
Долговечность ремонта	да	да

Методика ремонта с применением полимерных композитных материалов

Первый этап: определение места и длины дефектного участка (анализ дефектоскопии, толщинометрии, результаты внутритрубной диагностики).

Второй этап: муфта КРМ рассчитывается согласно стандарту ГОСТ Р ИСО 24817, исходя из характеристик трубопровода: диаметра, геометрии, давления, типа дефекта, предполагаемого срока службы. Расчет осуществляется методом конечных элементов путем моделирования в системе АРМ WinMachine.

Третий этап: трубопровод в месте ремонта (дефектной части) очищается от старой изоляции механическим или химическим способом, а также обезжиривается.

Четвертый этап: место дефекта заполняется эпоксидной смолой и выравнивается, затем происходит обработка специальным праймером, и далее накладывается расчетное количество витков стеклопластиковой или другого вида армирующего волокна ленты с нанесением также праймера между ее слоями.

Конструкция после отверждения адгезива сформирована.

По результатам ВТД (внугритрубной диагностики) на участке трубопровода выявлен 261 дефект, для безаварийной эксплуатации нефтегазопровода с рабочим давлением 40 кгс/см^2 рекомендуется отремонтировать з дефекта сварных швов (аномалия поперечного шва - несплошность плоскостного типа).

Соответствие ремонта правилам безопасности

В целях обеспечения безопасной эксплуатации трубопроводов с установленными КРМ производителем проведен полный комплекс лабораторных испытаний и получена необходимая разрешительная документация на применение данной технологии на ОПО.

В заключение следует отметить, что предлагаемый способ ремонта при проведении текущего и планового ремонта трубопроводов с использованием композитных материалов на основе РКМ позволит:

- проводить ремонт без остановки трубопровода;
- восстановить несущую способность аварийного участка с износом стенки трубопровода до 90%;
- обеспечить надежность ремонта в течение 20 лет;
- сократить стоимость ремонта и получить экономический эффект за счет отсутствия потерь нефти и газа от остановки трубопровода и как следствие улучшение экологической обстановки в регионах.

Применение нетрадиционных технологий повышает эффективность аварийного и капитального ремонтов и позволяет увеличить объем выборочного ремонта всех видов опасных дефектов, выявленных в результате внутритрубной диагностики. На сегодня данная технология является самой прогрессивной, оперативной, высокоэкономичной и экологически чистой.

Список литературы

1. Кочергина А.В. Анализ современных материалов при капитальном ремонте нефтегазопроводов/ А.В. Кочергин, И.А. Томарева// Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса Сборник статей международной научно-практической конференции. 2019 – С. 263-269.

2. Герке Л.Н. Введение в специальность «Химическая переработка древесины»: учебное пособие: / сост. Л. Н. Герке// КНИТУ -2010. -127с.

3. Гилаев Г.Г. Конструкция "муфта-пакер" для ремонта трубопроводов из различных материалов / Г.Г. Гилаев, Н.А. Останков, А.И. Кинчаров, А.С. Фролов, М.В. Бельснер // Нефтяное хозяйство. - 2018. № 2 – С. 94-96.

СВЕТОПРОНИЦАЕМЫЙ БЕТОН

Гончарова Е.А., Кравцов А.И., канд. техн. наук, доцент,
Федеральное государственное бюджетное образовательноеучреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Бетон - это революционный композитный строительный материал, который широко используется со времен древнего Рима для строительных целей. Он известен своей прочностью, долговечностью, универсальностью и поэтому, является наиболее распространенным материалом в мире.

Среди множества разновидностей бетона, светопроницаемый бетон (СПБ), также известный как прозрачный бетон, привлек значительное внимание бетонщиков и исследователей со всего мира благодаря своим уникальным свойствам и полезности. Способность СПБ передавать свет не только улучшает видимость, но и снижает потребность в искусственном освещении в зданиях [1]. В СПБ оптические волокна встроены во всем объеме материала таким образом, что являются каналами для передачи света с одной стороны поверхности на другую.

Эти оптические волокна равномерно распределены и видны с обеих сторон изделия, создавая тенистые контуры и узоры на поверхности. Несмотря на добавление оптических волокон, СПБ сохраняет свои эксплуатационные свойства как строительный материал.

Концепция светопроницаемого бетона была впервые разработана венгерским архитектором Ароном Лозонци в 2001 году [2,3] , однако упоминаются подобные материалы еще с 1922 года [4]. Как энтузиаст этого направления, Лозонци создал первый прозрачный бетонный блок под названием "LiTraCon". Инновация, лежащая в основе проекта, направлена на передачу света через традиционно непрозрачный и скучный бетон, тем самым снижая потребность в искусственном освещении. СПБ доказал свою высокую полезность в различных применениях, таких как перегородки, позволяющие солнечному свету проникать во внутренние помещения, тем самым увеличивая уровень освещения [5]. Исследования показали, что СПБ не только передает свет, но также может снизить энергопотребление до 50% [6].

По составу светопроницаемый бетон мало отличается от обычного, особенностью его является наличие светопроводящего компонента. Чаще всего это оптоволокно проводящее свет, стеклянное или полимерное [7]. Известно использование и более крупных включений из стекла или прозрачных полимеров [8], а также непосредственная заливка полимера в бетонную матрицу [9-11].

Одним из основных применений прозрачного бетона является его эстетическая привлекательность в фасадах зданий [12]. Он может использоваться в музеях, галереях, в художественных или дизайнерских проектах в качестве декоративного материала, а не только как

конструкционный материал. Использование прозрачного бетона в таких контекстах добавляет уникальный визуальный элемент в здание и может создавать драматический эффект, особенно в сочетании с другими архитектурными особенностями [13].

Еще одно распространенное применение прозрачного бетона - освещение внутренних помещений, таких как учебные здания. Его способность пропускать свет внутрь помещений делает его привлекательным вариантом для архитекторов, стремящихся создать светлые и воздушные пространства. Прозрачный бетон широко используется во внешних фасадах, перегородках и полах. Однако недостаточные исследования акустических свойств СПБ могут ограничивать его использование в определенных приложениях [14].

Помимо фасадов зданий и внутреннего освещения, прозрачный бетон также может использоваться на лестницах и внутренних стенах. Прозрачный бетон позволяет солнечному свету проникать внутрь помещения. Это может быть полезно при эвакуации и отключении электроэнергии, особенно в многоэтажных зданиях. Применение прозрачного бетона на внутренних стенах может создать уникальный визуальный эффект и добавить интересный элемент дизайна в пространство [15].

Прозрачный бетон изучается с целью снижения энергопотребления и соответствия требованиям экологической и зеленой архитектуры. Он способствует экономии энергии путем снижения потребности в искусственном освещении [16]. В этом контексте прозрачный бетон можно рассматривать как экологически чистый и энергоэффективный строительный материал.

Одно из предполагаемых применений прозрачного бетона - наружные двери и стены домов, чтобы жители могли видеть присутствие людей снаружи [17].

Благодаря более низкой плотности прозрачный бетон может использоваться в качестве легкого материала, который снижает нагрузку на строительные конструкции. При сравнительных испытаниях прозрачного и обычного бетонов показано, что прозрачный бетон может передавать свет практически без влияния на прочность материала [18].

Прозрачный бетон может использоваться для подсветки тротуаров ночью с целью обеспечения общественной безопасности и повышения видимости на темных станциях метро. Его также можно использовать для подсветки лежачих полицейских. Детальное исследование использования прозрачного бетона в качестве дорожной разметки для освещения дороги [19] показало его эффективность.

Прозрачный бетон может использоваться для освещения дорожных тоннелей или станций метро. Однако такие проекты пока являются дорогостоящими [20,21].

На основании имеющихся данных об особенностях свойств и применении светопрозрачного бетона можно обобщить основные достоинства и недостатки данного материала.

К достоинствам СПБ, по мнению многих исследователей [22-27], можно отнести следующие положения:

- естественность и бесплатность (при наличии естественного источника света), экологичность;
- экономия энергии;
- теплоизолирующая способность;
- эстетические свойства, в том числе использование элементов разных цветов;
- возможность доступа в ограниченные пространства;
- возможность контроля безопасности в общественных помещениях и одновременно конфеденциальность;
- приемлемые физико-механические характеристики;
- светопропускающая способность практически не зависящая от толщины конструкции;
- система не требует регулярного обслуживания.

Наряду с несомненными достоинствами у данного вида бетона есть и ряд недостатков, которые отражены в [22-27]:

- высокая стоимость изделий, по разным данным от 750 до 1300 евро за 1м^2. Для условий России, ориентировочно 50000-100000 руб/м^2 [28];
- производство требует квалифицированного труда и контроля технологических процессов;
- технология введения волокон может быть сложной или трудоёмкой;
- использование в нагруженных конструкциях требует дополнительных исследований;
- материал не эффективен при отсутствии источника света;
- свойства материала, например температуростойкость, долговечность, недостаточно полно изучены.

Несомненно, что требуется дальнейшие научные исследования для изучения свойств и применения прозрачного бетона, особенно в экстремальных условиях.

По приблизительным данным производство светопрозрачного бетона в мире в 2022 году составило ориентировочно 5-7 тыс. м^2 (в денежном выражении 6,2 миллиона долларов США), через десять лет прогнозируется увеличение объёмов производства более чем в 6 раз [29].

Основными конкурирующими на рынке производителями светопрозрачного бетона являются следующие фирмы: Dupont Lightstone, Litracon Ltd., Litracon Bt., Transparent Concrete Hub, Italcementi Group, Buchs Beton, LCT GesmbH, Translucent Crete LLC, Lucem GmbH, LuceM UG, LCTG, Luccon LLC, Luccon UK Ltd и другие.

В России, как обладателей полного цикла производства, себя позиционируют фирмы: ООО "Иллюминарт" г. Кирово-Чепецк, ООО "ПромЖБИ" г. Санкт-Петербург, Decor Pro г.Дзержинский.

Список литературы

1. Patel J., Goyal A. Smart materials in construction technology //2018 International Conference on Smart City and Emerging Technology (ICSCET). – IEEE, 2018. – С. 1-9.

2. Timina A. et al. Modern translucent materials and their impact on architectural forming //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2019. – Т. 97. – С. 01035.

3. Zielińska M., Ciesielski A. Analysis of transparent concrete as an innovative material used in civil engineering //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2017. – Т. 245. – №. 2. – С. 022071.

4. P. Liese. Transparent or transluge'nt building block. Filed 001;. 27. 1922 Lave 72,2507 .ZZZZZZ ii 5 v Jittovvtyfl Patented Aug. 4, 1925.

5. Roye A. Intriguing transparency //German Research. – 2013. – Т. 35. – №. 3. – С. 11-13.

6. Ahuja A., Mosalam K. M. Evaluating energy consumption saving from translucent concrete building envelope //Energy and Buildings. – 2017. – Т. 153. – С. 448-460.

7 Elghezanwy D., Eltarabily S. A review of translucent concrete as a new innovative material in architecture //Civil Engineering and Architecture. – 2020. – Т. 8. – №. 4. – С. 571-579.

8. Wang X. G. et al. Design, preparation and characterization of resin light conductive cementitious materials //J. Nanchang Univ. – 2014. – Т. 38. – №. 3. – С. 41-44.

9. Duarte C., Raftery P., Schiavon S. Development of whole-building energy models for detailed energy insights of a large office building with green certification rating in singapore //Energy Technology. – 2018. – Т. 6. – №. 1. – С. 84-93.

10. W. Xingang, Y. Xuna, S. Guquan, and H. Jie, “Resin light guide concrete and preparation method,” Chinese Patent, CN: 103086660, 2013.

11. X. Zuo, “Silicone mold and its applications in rapid tooling,” Foundry Technology, vol. 31, no. 6, pp. 784–787, 2010.

12. Praveenkumar R. et al. An Experimental Study on Smart Transparent Concrete //International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. – 2017. – Т. 6. – №. 3.

13. A. Dhonchak, A Glowing Future – Transparent Concrete, [9] International Journal Of Advance Research And Innovative Ideas In Education, vol. 2, no. 5, pp. 1465-1470, 2016. doi: 16.0415/IJARIIE-6254.

14 Yadav A. et al. An investigating study on a new innovative material: transparent concrete //International Journal of Engineering Research and Advanced Development. – 2018. – Т. 4. – №. 1. – С. 64-72.

15 Zhou Z. et al. Research and development of plastic optical fiber based smart transparent concrete //Smart Sensor Phenomena, Technology, Networks, and Systems 2009. – SPIE, 2009. – Т. 7293. – С. 107-112.

16 Paul S., Dutta A. Translucent concrete //International Journal of Scientific and Research Publications. – 2013. – Т. 3. – №. 10. – С. 1-10.

17. Bajpai R. Application of transparent concrete in construction world //Journal o Civil. – 2013. – Т. 1. – С. 13-17.

18. Sawant A. B., Jugdar R. V., Sawant S. G. Light transmitting concrete by using optical fiber //Int. J. Inventive Eng. Sci. – 2014. – Т. 3. – №. 1. – С. 23-28.

19. Saleem M., Elshami M. M., Najjar M. Development, testing, and implementation strategy of a translucent concrete-based smart lane separator for increased traffic safety //Journal of Construction Engineering and Management. – 2017. – Т. 143. – №. 5. – С. 04016129..

20. Peña-García A., Gil-Martín L. M., Rabaza O. Application of translucent concrete for lighting purposes in civil infrastructures and its optical characterization //Key Engineering Materials. – 2016. – Т. 663. – С. 148-156.

21. Peña-García A. et al. Computational optimization of semi-transparent tension structures for the use of solar light in road tunnels //Tunnelling and underground space technology. – 2012. – Т. 32. – С. 127-131.

22. Translucent concrete // Civil engineering branches URL: https://www.engineeringcivil.com/translucent-concrete.html (дата обращения: 20.12.23).

23. Chiadighikaobi P. C. et al. A Review of the Structural Properties of Translucent Concrete as Sustainable Material //The Open Construction & Building Technology Journal. – 2023. – Т. 17. – №. 1.

24. Patil Gaurao S., Patil Swapnal V. Light Transmitting Concrete-A New Innovation //International Journal of Engineering Research and General Science. – 2015. – Т. 3. – №. 2 Part 2.

25. Juan S., Zhi Z. Some progress on smart transparent concrete //Pacific Science Review. – 2013. – Т. 15. – №. 1. – С. 51-55.

26. H Valambhiya H. B. et al. History and case study on light transmitting concrete //J. Emerg. Technol. Innov. Res. – 2017. – Т. 4. – №. 1.

27. Nimbalkar S., Jayraj G. K., Raje S. Light transmitting concrete-A brief review //Int. Res. J. Eng. Technol.(IRJET). – 2019. – Т. 6. – №. 2. – С. 2286-2289.

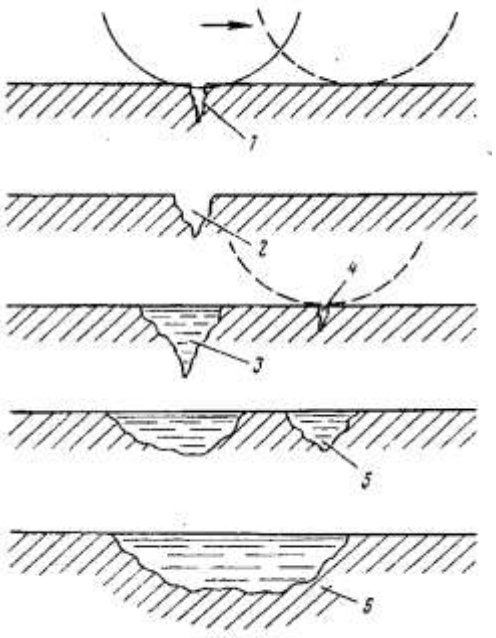
28. Литракон - прозрачный бетон // Decor Pro URL: https://alldecorpro.com/litracon (дата обращения: 20.12.23).

29 Translucent Concrete Market - By Raw Material (Fiber, Concrete), By Application (Roofing, Wall cladding, Flooring), By End-use (Residential, Non-Residential) & Forecast, 2023 – 2032 // Global Market Insights URL: https://www.gminsights.com/industry-analysis/translucent-concrete-market (дата обращения: 20.12.23).

ВАРИАНТЫ «ЗАЛЕЧИВАНИЯ» ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА

Кравцов А.И., канд. техн. наук, доцент,
Макаева А.А., канд. техн. наук, доцент,
Дергунов С.А., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Автомобильные дороги являются основной частью транспортной инфраструктуры государства и представляют собой сложные инженерные сооружения. Для дорожного покрытия широко используется асфальтобетон, который со временем начинает проявлять признаки разрушения, или дефекты, в результате действия нагрузок и агрессивных внешних условий, таких как экстремальные температуры, влага, старение и солнечное излучение. Помимо пластической деформации (расслаивания), эти факторы могут привести к различным формам трещин в асфальтобетоне, таким как термические трещины в холодных регионах, усталостные трещины под действием циклических нагрузок и блочные трещины при сильном старении. Поэтому трещины являются основной причиной сокращения срока службы и увеличения затрат на обслуживание (рисунок 1) [1].



1, 2 - трещины или раковины при выкрашивании; 3 - расклинивающее действие воды и льда и образование трещины в зоне повторного удара; 4 - вторичный удар колеса; 5, 6 - объединение смежных выбоин.

Рисунок 1 – Динамика развития выбоин в дорожном покрытии

Асфальтовые материалы способны самовосстанавливаться путем коагуляции вяжущего и адгезии его с заполнителем. Восстановление в асфальтобетоне является сложным процессом, зависящим от различных параметров. Исследования показали, что температура является наиболее важным фактором в процессе индуцированного восстановления асфальтобетона. Если асфальтобетонную смесь насыщать токопроводящими компонентами при укладке, то при образовании трещины, пропуская через них электрический ток, который создает в них внутреннее тепло, обеспечивается расплавление вяжущего, которое склеивает обе стороны трещины [2].

Используемые в асфальтовых покрытиях добавки подразделяются на волокнистые, гранулированные а также комбинированные типы например, углеродное, металлическое волокно, активированный уголь, графит и др. Положительно зарекомендовало себя и использование отходов (шлак, стали) в асфальтобетоне, т.к. под воздействием электромагнитного поля активизируется процесс заживления трещин. Кроме того, комбинация проводящих добавок значительно увеличивает электрическую проводимость, что может обеспечить более экономичный и эффективный метод приготовления проводящего асфальтобетона [2].

Температурный режим является ключевым фактором в процессе индуцированного залечивания. Повышение температуры не только улучшает эффективность самовосстановления, но и сокращает время, необходимое для завершения процесса. Существуют различные технологии для нагрева асфальтобетона, такие как индукционный нагрев, микроволновое излучение и инфракрасное излучение, которые позволяют ускорить процесс повышения температуры и заживления асфальтобетона [2].

Индукционная нагревающая катушка, создавая электромагнитное поле, повышает температуру асфальтобетона. Установлено, что скорость нагрева значительно увеличивается с уменьшением расстояния между катушкой и образцом. Исследования также показали, что на эффективность индуктивного нагрева оказывают влияние частота подачи и скорость движения катушки. Более высокая подаваемая частота индукционной катушки обеспечивает более высокое электрическое поле и мощность нагрева, и чем меньше скорость движения катушки, быстрее нагревается асфальтобетон [3].

Микроволновое излучение нагревает на атомном уровне, что позволяет достичь более быстрого и равномерного нагрева. Оно также обеспечивает выборочное поглощение энергии и контроль температуры. Благодаря эффекту полярной молекулярной ориентации, обеспечивается равномерный нагрев и возможность проникновения на глубину дорожного покрытия[4].

Инфракрасное излучение, нагревая поверхность твердого тела, передает тепловую энергию посредством конвекции и проводимости. Несмотря на то, что инфракрасное излучение может имитировать солнечное излучение, оно обладает меньшей эффективностью[5].

Среди этих методов наиболее часто применяются индукционная нагревающая катушка и микроволновый нагрев. В сравнении с инфракрасным излучением, микроволновое излучение проникает в твердое тело и

одновременно нагревает всё тело, что приводит к более высокой скорости нагрева и равномерности [2].

В Оренбургской области, как и в большинстве регионов России, проведение неотложных восстановительных работ (ямочного ремонта) осуществляется, по заявлениям ответственных лиц, с помощью литого асфальтобетона. Более полное восстановление дорожного полотна производится по запланированным участкам асфальтобетонной смесью, а также с использованием струйно-инъекционного метода (СИТ).

Российские стандарты на литой асфальтобетон введены в действие в мае 2012 года. Он содержит повышенную долю битумного вяжущего до 7,5 – 10 % (по массе) и минерального порошка (до 20 – 30 %), что обеспечивает увеличенную прочность и устойчивость материала. Литой асфальтобетон обладает высокой водонепроницаемостью, адгезией к нижележащим слоям, усталостной трещиностойкостью и способностью гасить колебания. Он также экологичен и устойчив к коррозии и солям. Литой асфальтобетон применяется в различных областях, включая дорожное и мостовое строительство, покрытия паркингов и кровель, а также гидроизоляцию тоннелей и резервуаров [6].

Использование струйно-инъекционного метода и технологии «холодный асфальт» для ремонта при широком диапазоне температур воздуха, от плюс 40 до минус 15 °С позволяет выполнять работы практически в любое время года. Одним из преимуществ технологии СИТ является ее низкая стоимость по сравнению с традиционными методами. Метод СИТ не требует специальной подготовки выбоин или асфальтобетона, а также не требует большого количества специализированного оборудования. В результате ремонтные работы могут быть выполнены быстро [7].

Очевидно, что для совершенствования транспортной и дорожной инфраструктуру, необходимо внедрять новые технологии качественного строительства и ремонта автодорог. Использование инноваций экономически оправдано: такие дороги безопаснее и долговечнее.

Список литературы

1. Истомин, В. С. Практическое руководство по текущему ремонту асфальтобетонных покрытий городской дорожной сети. — М. : Прима-пресс, 2001.

2.Karimi, M.M.; Amani, S.; Jahanbakhsh, H.; Jahangiri, B.; Alavi, A.H. Induced heating-healing of conductive asphalt concrete as a sustainable repairing technique: A review. Clean. Eng. Technol. 2021, 4, 100188, https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100188.

3.Apostolidis, P., Liu, X., Kasbergen, C., Scarpas, A. T., & van de Ven, M. (2017). Toward the Design of an Induction Heating System for Asphalt Pavements with the Finite Element Method. Transportation Research Record, 2633(1), 136-146. https://doi.org/10.3141/2633-16

4. Wang, Haopeng, Jun Yang, Guoyang Lu, and Xueyan Liu. “Accelerated Healing in Asphalt Concrete via Laboratory Microwave Heating.” Journal of Testing and Evaluation 48, no. 2 (2020): 739–57. https://doi.org/10.1520/JTE20170621.

5. Xu, S, García, A, Su, J, Liu, Q, Tabaković, A & Schlangen, E 2018, 'Self-Healing Asphalt Review: From Idea to Practice', *Advanced Materials Interfaces*, vol. 5, no. 17, 1800536, pp. 1-21. https://doi.org/10.1002/admi.201800536

6. Мамонтов, А. С. Литые асфальтобетоны для мостовых сооружений / А. С. Мамонтов, О. В. Маковецкая-Абрамова, И. В. Цыплакова // Роль молодых ученых и исследователей в решении актуальных задач АПК: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся. Санкт-Петербург-Пушкин, 26-28 марта 2020 года. Том Часть I. - Санкт-Петербург-Пушкин: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2020. - С. 289-295.

7. Современные методы и технологии ремонта дорожных покрытий. Павликов А. Б., Лазарева Т. Л. // Дальний Восток: проблемы развития архитектурностроительного комплекса. - 2020. - Т. 1. - № 1. - С. 162-164.

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ УСТРОЙСТВЕ КРОВЛИ

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

Современное кровельное покрытие состоит из множества незаменимых компонентов (обрешетки, контробрешетки, и пароизоляционной пленки, гидроизоляции, утеплителя и т.п.). Согласно основной классификации принятой в [1], по материалам покрытия подразделяются на:

1) Из рулонных и мастичных материалов:

а) из битумосодержащих рулонных материалов с мелкозернистой посыпкой или покровной полиэтиленовой пленкой:

- с защитным слоем из гравия, укладываемого при выполнении кровли;
- с верхним слоем из рулонных материалов с крупнозернистой посыпкой или металлической фольгой, нанесенных при изготовлении материалов.

б) из мастик:

- с защитным слоем из гравия;
- с защитным окрасочным слоем;

в) из полимерных рулонных и мастичных материалов;

г) инверсионные;

д) озелененные.

2) Из штучных материалов, волнистых листов и гофрированных листовых профилей:

а) из штучных материалов

- из черепицы цементно-песчаной, керамической, полимерцементной;
- из черепицы битумной;
- из металлической фальцевой черепицы;
- из плиток - хризотилцементных, сланцевых, композитных, цементно-волокнистых.

б) из волнистых листов:

- хризотилцементных, битумных;
- цементно-волокнистых.

в) из металлических листовых гофрированных профилей, в т.ч. из металлочерепицы.

3) Из металлических рулонных и листовых материалов - стальных оцинкованных, с полимерным покрытием, из нержавеющей стали, медных, цинк-титановых, алюминиевых.

4) Из железобетонных панелей лоткового сечения с нанесенным в заводских условиях мастичным основным водоизоляционным слоем.

Вид кровли в первую очередь зависит от конструкции крыши, а те в свою очередь, подразделяются на скатные и плоские (скатными считаются крыши с уклоном более 10 градусов) [2].

У каждой конструкции крыш есть свои преимущества и недостатки. Основными преимуществами скатных крыш являются ускоренный сток воды за счет большего уклона, наличие чердака или мансарды. При больших скатах нет необходимости уборки крыши от снега. Плоские кровли в основном применяются в многоэтажном и общественном строительстве [3], а также в крышах производственных зданий [4], [5] так как они позволяют перекрывать большие пространства с наименьшими затратами на возведение.

Оценка состояния организационно-технологических аспектов конструкции кровельных покрытий осуществляется через анализ используемых материалов, структуры кровельных покрытий и методов выполнения работ. Техническое состояние кровельных покрытий в процессе эксплуатации определяется взаимодействием следующих факторов: материалов, использованных при строительстве, конструкции покрытия, методов и организации производства работ. В строительстве широко применяются мягкие типы кровель, такие как рулонные и мастичные. Создание мягких кровельных покрытий выполняется в соответствии с проектно-нормативной документацией для устройства кровельных покрытий. Технологии установки покрытий зависят от используемых материалов.

Рулонная кровля представляет собой гибкий водоизоляционный ковер, состоящий из нескольких слоев рулонного кровельного материала. Рулонные кровельные материалы представлены на отечественном рынке тремя основными группами [6]. К первой группе относятся битумные материалы на основе картона (например, рубероид, рубемаст и прочее), которые до сих пор составляют основную долю в общем объеме производства и реализации. К отрицательным характеристикам рубероида и подобных материалов на основе картона относятся следующие аспекты: недолговечность, низкая прочность, нестабильность при перепадах температур, подверженность гниению, низкая теплостойкость, необходимость укладки большого числа слоев, плохая морозостойкость, невозможность укладки при низких температурах, увеличенная сложность в процессе укладки из-за использования горячего битума, а также плохие безопасные и экологические характеристики.

Ко второй группе относятся битумные материалы, использующие не гниющие основы, такие как стеклоткань, полиэстер, стеклохолст (например, гидростеклоизол, стекломаст, линокром, бикрост и др.). Эти материалы, хотя схожи между собой, обладают неудовлетворительными характеристиками, такими как низкая теплостойкость, слабая адгезия битумной покровной массы, неустойчивость к температурным изменениям и ограниченное удлинение при разрыве на растяжение.

К третьей группе принадлежат битумно-полимерные материалы, созданные на основе битумов, модифицированных атактическим полипропиленом (АПП) или модифицированных стиролбутадиен-стирольным каучуком (СБС) (Рисунок 1). Эти материалы имеют существенные преимущества по сравнению с традиционными битумными материалами. В России уже применяются битумно-полимерные материалы, такие как АПП (атаклон, изопласт и др.) и СБС (изоэласт, бикроэласт и др.). Опыт их

применения показывает, что наиболее применимы материалы на базе модификаторов СБС, в основном благодаря повышенной эластичности при низких температурах [7]. Важным является также устойчивость к усталости, которая у СБС-компаундов выше по сравнению с материалами, основанными на АПП.

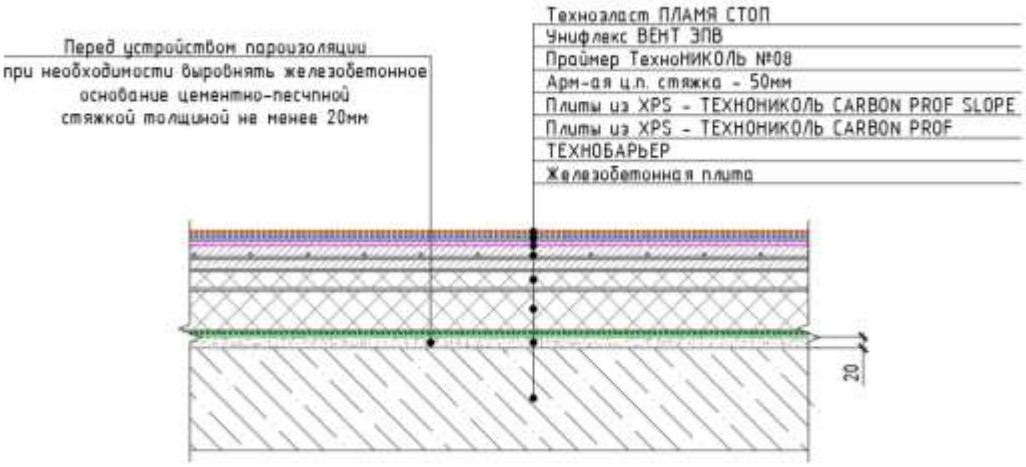


Рисунок 1 – Устройство кровли из битумно-полимерных рулонных материалов

Мастичная кровля представляет собой водонепроницаемое упругое покрытие из битумных, битумно-полимерных или полимерных композиций, применяемое в одном или нескольких слоях (Рисунок 2). Толщина таких кровельных покрытий зависит от характеристик используемых мастик и может быть регулируемой. Гидроизоляционные мастики для устройства мастичных кровель могут быть горячего или холодного применения.

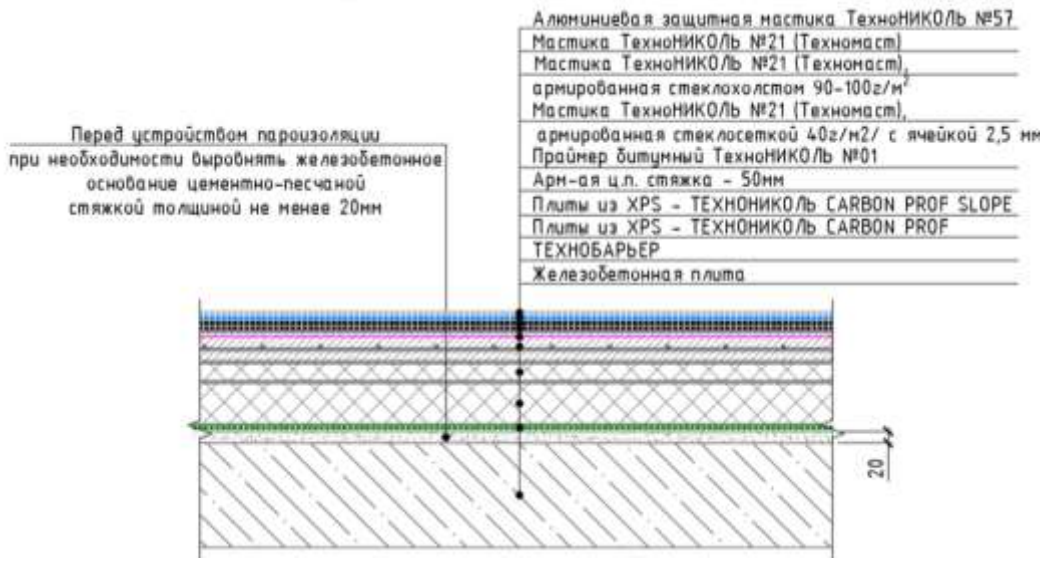


Рисунок 2 – Устройство кровли из мастичных материалов

Особое место среди битуминозных материалов гидроизоляционного назначения занимают мастики на основе водных дисперсий битума – битумные эмульсии, применяемые без разогрева и добавок растворителей [8, 9]. В этом

случае значительно упрощаются механизированная подача и нанесение, а также улучшаются экологические показатели в процессе производства работ.

Процесс устройства кровель из битумно-полимерных материалов весьма прост, экономичен и эффективен. Применение таких материалов снижает трудозатраты, уменьшает капиталовложения и позволяет ускорить, по сравнению с традиционными рубероидными кровлями, устройство и ремонт кровельных покрытий [11].

По сравнению с рубероидной, кровли из битумно-полимерного материала позволяют сократить число слоев кровли, вследствие чего сокращается расход материала и снижается трудоемкость. Покрытия из битумно-полимерных мастик не уступают по своим техникоэксплуатационным характеристикам рулонным битумно-полимерным. К тому же устройство мастичных кровель возможно максимально механизировать, что способствует повышению эффективности кровельных работ [10].

Существует еще одна группа рулонных кровельных покрытий с применением полимерных материалов. Наиболее подходящими полимерами для кровель являются хлорсульфополиэтилен (ХСПЭ), полиизобутилен (ПИБ), этиленпропилендиеновый каучук (СКЭПТ) и бутилкаучук (БК). Полимерные кровельные материалы обладают лучшими характеристиками, по сравнению с ранее рассмотренными (теплостойкость до +150 °С, гибкость на брусе с закруглением радиусом 10 мм при температуре до – 65 °С, морозостойкость 300...500 циклов, высокий срок службы 15-30 лет) [12].

Кровельные материалы рулонного типа пользуются хорошим спросом за счет простоты монтажа и разумной цены. Но в отличие от гибких кровель на основе битума, мембранная кровля в России имеет пока небольшое распространение. В настоящее время строительными компаниями предлагается три вида мембран, которые различаются между собой своим составом.

Мембрана ТПО (термопластичная полиолефиновая) состоит из искусственного этиленпропилена и пропилена. В качестве армирующего слоя используется сетка из полиэстера или стекловолокна, хотя есть также варианты без армирующего слоя. Мембранная кровля из этого материала отличается высокой прочностью, и производители обещают срок службы более 50 лет. Благодаря отсутствию летучих пластификаторов, ТПО-мембраны считаются экологически безопасными. Их характеристики позволяют устанавливать мембранную кровлю при любой температуре, включая морозные условия. ТПО-мембраны успешно применяются в северных регионах, где нижняя граница эксплуатационной температуры составляет -62 °С. Высокая прочность материала позволяет покрывать сложные формы крыш домов и других зданий. На данный момент отечественных производителей ТПО-мембран пока нет, и все представленные на российском рынке материалы являются импортными.

ПВХ-мембраны представляют собой материал из поливинилхлорида с значительным содержанием пластификаторов, составляющих немного менее половины общего состава (Рисунок 3). Пластификаторы обеспечивают материалу эластичность. Армирующий слой включает полиэфирную сетку. Преимущества ПВХ-мембран включают устойчивость к ультрафиолетовому

излучению, огнеустойчивость и устойчивость к пламени, а также разнообразие цветовых вариантов (до 9 цветов). К недостаткам этого типа мембран относятся следующие аспекты: пластификаторы в материале летучи, что со временем приводит к потере высоких механических свойств; этот фактор также делает ПВХ-мембраны экологически не безопасными. Под воздействием солнечных лучей цветовые пигменты становятся менее интенсивными. Мембранная крыша из ПВХ также неэффективно сопротивляется различным маслам, растворителям и материалам на основе битума. Тем не менее, стоимость таких мембран ниже, чем у ТПО.

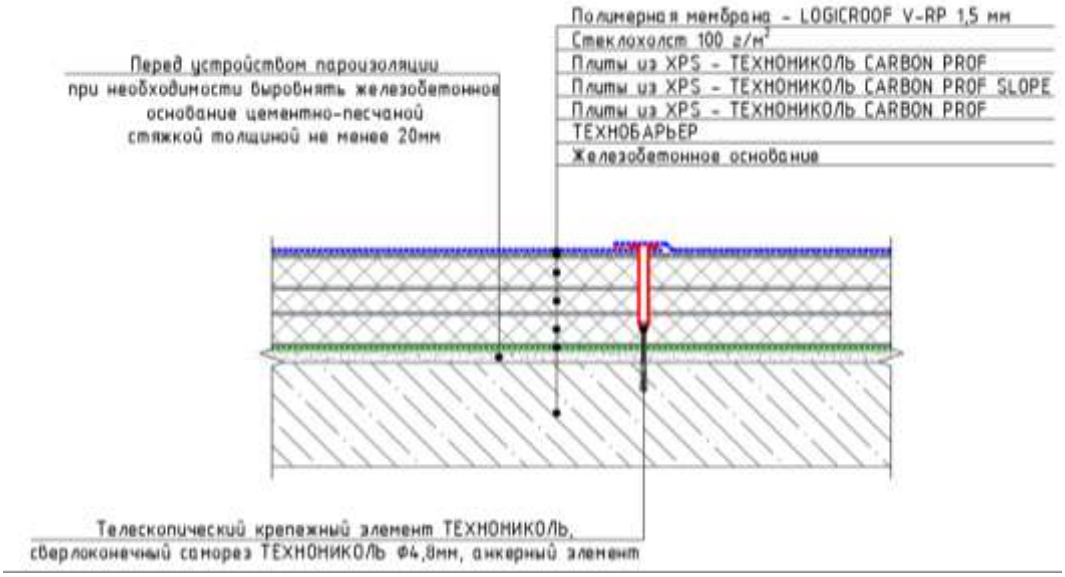


Рисунок 3 – Устройство кровли из ПВХ мембран

ЭПДМ-мембраны создаются на основе этиленпропилендиенмономера, искусственного каучука. Армирующий слой также представляет собой полиэфирную сетку, а стоимость этого вида мембранных материалов является самой доступной. Из-за их абсолютной водонепроницаемости они часто используются для инверсионных кровель, где поверхность крыши может использоваться под спортивные площадки, авто- и вертолетные стоянки и прочее.

ЭПДМ-мембраны также имеют улучшенный вариант, который сравним с ТПО-мембранами по характеристикам. Это композиционные ЭПДМ-мембраны, включающие дополнительный нижний слой из полимерно-битумного материала. Их повышенные климатические и механические свойства делают их альтернативой мембранам ТПО при более низкой цене.

Достоинства ЭПДМ-мембран включают низкую стоимость, хорошую эластичность и долговечность. К недостаткам можно отнести необходимость использования клея, что делает стыки "проблемными" и более подверженными возможным протечкам.

Технические характеристики всех типов мембран позволяют их укладывать поверх старых рулонных кровельных материалов без их снятия, что

делает их подходящими для ремонтных работ. Несмотря на трудности в установке и, следовательно, более высокую стоимость, ТПО-мембраны остаются предпочтительными, так как они предотвращают возможные протечки, характерные для ЭПДМ-мембран, и не выделяют вредных веществ, что часто характерно для ПВХ-мембран.

Основные параметры кровли проектируемого здания, для организационно-технологических и экономических расчётов, были взяты для трех видов устройства кровельных покрытий:

- устройство кровель из битумно-полимерных рулонных кровельных материалов;
- устройство мастичных кровель, армированных слоями стеклохолста и стеклосетки;
- устройство кровель из ПВХ мембран с укладкой разделительного слоя по утеплителю.

Для определения наиболее рационального вида кровельного покрытия на плоской кровле, была составлена калькуляция на основные процессы по устройству кровельных покрытий для рассматриваемых трех вариантов и выполнен расчёт стоимости материалов и работы. Сравнение проводилось по следующим показателям: трудоёмкость устройства различных вариантов кровельных покрытий, продолжительность выполнения работ, стоимость работ и материалов. Результат расчетов представлен на графике (Рисунок 4).

Рисунок 4 – Диаграмма сравнения характеристик кровель

Продолжительность выполнения работ по устройству различных вариантов кровель принималось согласно ЕНиР по соответствующим процессам. Наименее продолжительным по устройству является вариант кровли из ПВХ мембран, а наиболее продолжительный является вариант мастичной кровли.

Согласно технологическим расчетам проанализирована принятая трудоёмкость по различным вариантам устройства кровель, наименее трудоёмким является вариант с устройством кровли из ПВХ мембран, а наиболее трудоемким является вариант мастичной кровли из битумно-резиновой мастики.

Стоимость работ при устройстве различных вариантов кровель, минимальная при устройстве кровли из поливинилхлоридных мембран, а максимальная, при устройстве мастичной кровли. Стоимость определялась по данным сайтов изготовителей [13].

Стоимость материалов для кровли из ПВХ мембран является наименьшей. Вариант мастичной кровли имеет наибольшую стоимость. Стоимость работ определялась на основании [14].

В соответствии с проведенными расчетами по продолжительности выполнения работ, трудоёмкости и стоимости кровли, наиболее целесообразным вариантом устройства плоской кровли будет являться устройство кровли из ПВХ мембран (Таблица 1).

Таблица 1 – Сводная таблица по продолжительности работ, трудоемкости и суммарной стоимости

Вид кровли	Прод-сть работ, час.	Трудоемкость устройства, чел.-час.	Суммарная стоимость, руб.
Кровля из битумно-полимерных рулонных материалов	26	64,15	4676,27
Кровля из мастичных материалов	28	91,65	5833,27
Кровля из ПВХ мембран	21	16,6	4680,74

Данная технология является более современной в отличие от других вариантов, а также покрытие имеет более продолжительный срок эксплуатации – около 50 лет. Долговечный срок эксплуатации мембранной кровли обеспечивается за счет наличия специальных стабилизаторов в верхнем слое, которые защищают от агрессивного воздействия окружающей среды. Особенно опасен для нее ультрафиолет, поэтому производители мембран снабжают их слоем специальных абсорберов, которые создают барьер, препятствующий проникновению ультрафиолетовых лучей и разрушению материала. Также устройство кровли из мембран рекомендуется именно для плоских крыш в связи с рядом особенностей:

- небольшой вес, она не оказывает большой нагрузки на несущие опоры здания и фундамент. Толщина мембраны варьируется от 0,8 до 2 мм, в среднем вес 1 м^2 данного материала не превышает 1,5 кг;

- широкий выбор длины и ширины рулона позволяет подобрать оптимальное количество материала, чтобы минимизировать стыки и количество швов.

Список литературы

1 СП 17.13330.2017. Кровли. – Актуализированная редакция СНиП II-26-76; введ. 2017-12-01. – Москва : Минстрой России, 2015. - 120 с.

2 Мейер-Бое В. Строительные конструкции зданий и сооружений / Мейер-Бое В. - Москва : Стройиздат, 1993. - 408 с.

3. Шерешевский И.А. Конструирование гражданских зданий / Шерешевский И.А. - Ленинград: Стройиздат, 2005. - 176 с.

4. Шерешевский И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений 1979 / Шерешевский И.А. - Москва : Архитектура-С, 2005. -168 с.

5. Еропов Л.А. Покрытия и кровли гражданских и промышленных зданий/ Еропов Л.А. - Москва : Ассоциации строительных вузов, 2004. - 248 с.

6. Одинцов, Д.Г. Анализ организационно–технологических решений мягких кровельных покрытий [Текст] / Одинцов Д. Г., Косач А. Ф., Клопунов И. С. // Известия высших учебных заведений. Строительство.–2008.– №6.– С. 79–83.

7. Зельманович, Я.И. Долговечные кровли: АПП или СБС? [Текст] // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.– 2001.– №3.– С. 9-15.

8. Ливинский, А.М. Анализ методов и объемов производства кровельных работ и разработки предложений по их совершенствованию [Текст] / Ливинский А.М., Евтушенко В.А. // Современные технологии, материалы и конструкции в строительстве. – №1. – 2009. – С. 73-79

9. Мастики кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний. ГОСТ 26589–94. [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 1994.

10. Самченко, Ю.И. Комплексная механизация полимербитумных гидроизоляционных работ. [Текст]. – Л.: Стройиздат. Ленигр. отд-ние, 1988. – 175 с.

11. Ладыженская, Л.Л. Метод количественной оценки эксплуатационной надежности полимербитумных материалов [Текст] / Ладыженская Л.Л., Кишна А.М., Куценко В.И., Мирошников Е.П., Масленников В.Г. // Строительные материалы. – 2006. – №19. – С. 7–8.

12. Новиков, В.У. Полимерные материалы для строительства: Справочник. [Текст]. – М.: Высшая школа, 1995. - 448 с.

13. ТЕХНОНИКОЛЬ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://shop.tn.ru – 02.12.2023.

14. ДоброКров [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://orenburg.krysha-pod-klyuch.ru/price_list – 02.12.2023.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СИСТЕМ СБОРНО-МОНОЛИТНОГО КАРКАСНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ (СМКД)

Сапрыкина Т.К., канд. техн. наук, Линьков И.Э.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

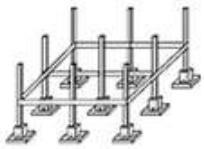
Для реализации национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» развиваются индустриальные технологии, которые отличаются гибкостью и возможностью перестраиваться под выпуск продукции строительного назначения и обеспечивают быстрое, красивое, надежное возведение жилья и общественных сооружений с высокими эксплуатационными характеристиками при сокращении материальных и энергетических затрат [1].

В последние годы одной из самых перспективных является технология сборно-монолитного каркасного домостроения (сокращенно СМКД). Основная идея СМКД заключается в изготовлении в заводских условиях отдельных железобетонных элементов, поставке их на стройплощадку и монтаж по типу конструктора несущего каркаса здания с последующим его украшением архитектурно-выразительными фасадами заводской готовности, несущими лишь ограждающую и изолирующую функции. СМКД – это сооружение ж/б каркаса из колонн и перекрытий, объединенных в единую систему при помощи ригелей. Пространства в ж/б каркасе замоноличиваются, что обеспечивает повышенную прочность конструкции. Таким способом сооружают этаж за этажом. Далее каркас ограждают стенами. Каркас здания выдерживает землетрясение до 8 баллов, суровый климат и имеет срок службы до 100 лет.

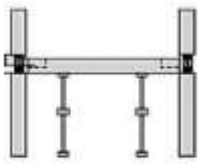
На рисунке 1 представлена поэтапная схема монтажа сборно-монолитного каркаса здания, возводимого по технологии СМКД.

а) Установка колонн

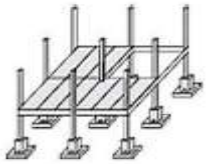
б) Установка ригелей



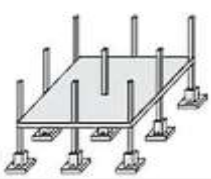
в) Крепление ригелей



г) Монтаж пустотных плит



д) Несъемная плита – опалубка



е) Возведение перегородок и стен

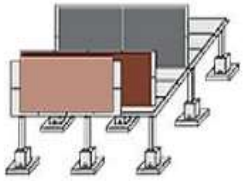


Рисунок 1 – Поэтапная схема монтажа по технологии СМКД

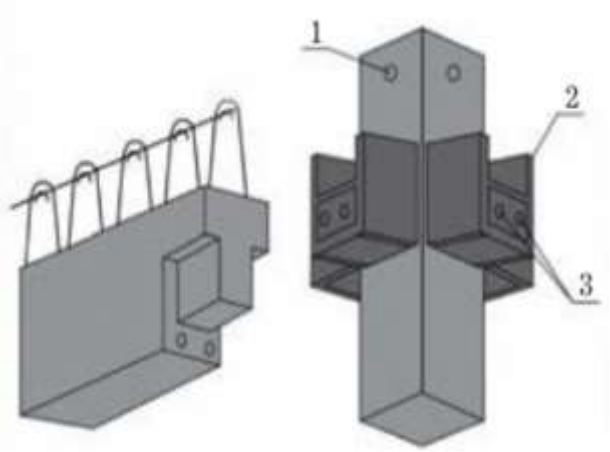
Технология СМКД воплощает в себя как положительные качества полносборного каркаса, так преимущества монолитных конструкций. По этим соображениям длительное время многими зарубежными и отечественными компаниями разрабатывались и внедрялись в производство и в строительство различные системы по технологии СМКД. Обзор конструктивно-технологических систем СМКД, представленный в настоящей работе, способствует рациональному выбору при проектировании и строительстве зданий и сооружений.

1 Сборно-монолитная каркасная система PPB-Saret (Франция).

Конструктивные особенности: В основе лежит рамно-связевая система колонн, ригелей и тонких преднапряженных дисков перекрытий, которые, соединяясь в узле, выступают в качестве несъемной опалубки и после замоноличивания перекрытия образуют несущий каркас здания [2].

Преимущества: По проведенным расчетам объем монолитного бетона составляет всего от 10 до 12 % от общего объема бетона

Недостатки: В законченном виде перекрытие представляет собой плитно-ребристую плиту, с выступающими книзу частями ригелей, что существенно снижает его возможности по архитектурно-планировочным построениям.



1 – отверстие в колонне для пропуска арматуры; 2 – консоль; 3 – отверстия под высокопрочные болты

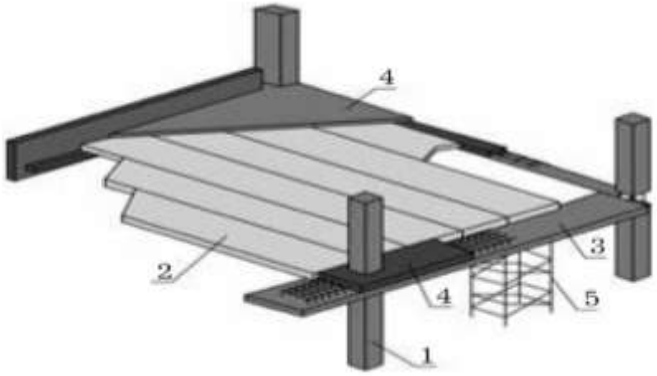
Рисунок 2 – Сборно-монолитная каркасная система PPB-Saret

2 Система Dycore (США).

Конструктивные особенности: Основные элементы системы – неразрезные сборно-монолитные балки, опирающиеся на сквозные проемы в колоннах, и многопустотные плиты перекрытий, опирающиеся на эти балки. После монтажа нижних балок, укладки верхней рабочей арматуры и установки многопустотных плит производится бетонирование верхних частей балок одновременно с укладкой слоя монолитного бетона по верху плит.

Преимущества: Образуется жесткая конструкция высокого уровня надежности и несущей способности. Технологическое предложение по устройству временной опорной конструкции является успешным.

Недостатки: Выступающие части комплексных плитных ригелей ограничивают свободу планировочных решений, что снижает потребительские качества зданий.



1 – колонна; 2 – многопустотная плита; 3 – нижний сборный элемент балки; 4 – монолитный бетон; 5 – временная пространственная опорная конструкция

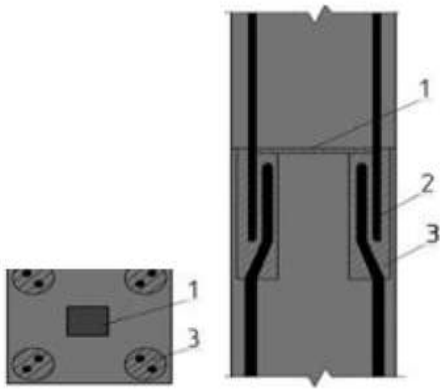
Рисунок 3 – Система Dycore

3 Система Contiframe (Великобритания).

Конструктивные особенности: Основные элементы системы – укладываемые в разных направлениях сборные многопролетные ригели и сборно-монолитные балки, опертые на колонны. По балкам укладываются преднапряженные многопустотные плиты. Соединения колонн – вилочного типа со стальными стержнями продольной арматуры, пропускаемыми из колонн нижнего этажа через отверстия по концам ригелей и гнезда у торцов верхних частей колонн. Стыки колонн замоноличиваются вместе с балками.

Преимущества: Образуется каркас с высокой жесткостью узловых соединений.

Недостатки: Поэтажная разрезка колонн замедляет темп строительства, создает по концам перекрытий контактные напряжения. Допустимая этажность зданий – не выше 5 этажей.



1 – центрирующая прокладка; 2 – выпуски рабочей арматуры верхней части колонны; 3 – гнезда

Рисунок 4 – Принципиальная схема вилочного стыка колонн

4 Система Delta (Финляндия).

Конструктивные особенности: В системе используется сталебетонный ригель из специального гнутого перфорированного профиля трапециевидного сечения с нижней полкой для опирания многопустотных плит. Все пространство между торцами уложенных плит и пустоты в торцах замоноличиваются. Полученное шпоночное соединение за счет сил контактного сцепления бетона обеспечивает совместную работу комплексного сечения [3].

Преимущества: Полезный объем здания увеличивается за счет снижения рабочей высоты ригелей, вписанных в толщину перекрытий.

Недостатки: Металлоемкость сталебетонных ригелей и трудоемкость монтажа, обусловленная значительным количеством монтажных элементов в опорных узлах ригелей, являются основными недостатками системы. Для изготовления цельносварных гнутых профилей трапециевидного сечения требуется специальное энергоемкое технологическое оборудование. Кроме того, по требованиям пожарной безопасности необходима дополнительная защита открытых нижних металлических поверхностей ригелей, выступающих за плоскость потолка, что снижает вариативность планировочных решений.

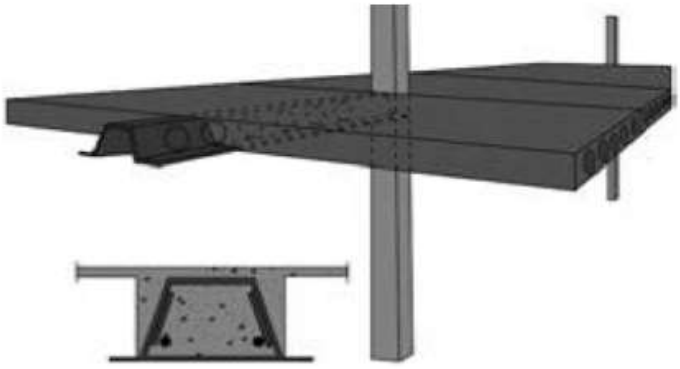


Рисунок 5 – Сборно-монолитный каркас Delta

5 Система КУБ-3У (Россия).

Конструктивные особенности: Главная особенность системы «Каркас унифицированный безригельный» (сокращенно КУБ) – отказ от ригелей (их роль выполняют плиты перекрытия) и использование одно- и многоярусных колонн без выступающих частей, на которые передаются вертикальные нагрузки перекрытий, а также горизонтальные нагрузки при отсутствии связей. Данная система представляет собой пространственный каркас типа этажерки [4].

Преимущества: Минимальное количество вертикальных элементов каркаса и отсутствие ригелей позволяют создавать свободные планировки при строительстве и обеспечивают возможность перепланировок помещений при эксплуатации объекта без нарушения его конструктивной устойчивости в соответствии с любыми возникающими потребностями. Высота этажей

варьируется и достигает 11 м. Гладкий потолок перекрытия создает возможность отказаться от дорогостоящих подвесных потолков. Отсутствие ригелей уменьшает строительный габарит перекрытия, что делает возможным снижение строительного объема здания от 5 до 8 %. Наличие консольной части по периметру перекрытия решает конструкцию температурно-осадочных швов, примыкания к другим зданиям, устройство галерей и солнцезащитных элементов, украшающих фасады. За счет того, что почти все элементы изготавливаются на заводе и монтируются сразу на несколько этажей, значительно снижаются сроки строительства зданий. Кроме того, применяются освоенные любыми заводами-изготовителями конструкции лестниц, вентблоков и лифтовых шахт.

Недостатки: Надежность работы каркаса зависит от жесткости стыка плиты перекрытия с колонной, где возникают большие изгибающий момент и поперечная силы, и могут возникать трещины при эксплуатации.

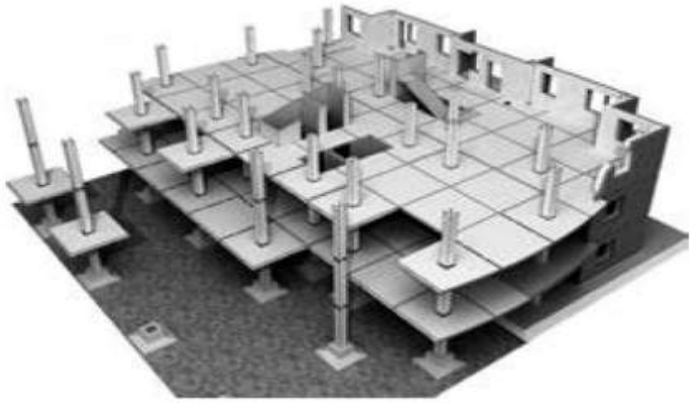


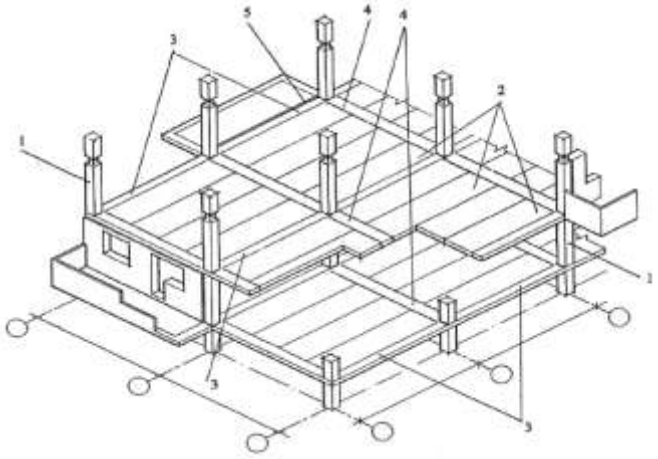
Рисунок 6 – Схема безригельного каркаса системы КУБ

6 Система АРКОС (Беларусь).

Конструктивные особенности: Монолитные ж/б несущие и связевые ригели в сочетании с бетонными швами обеспечивают сплошность дисков перекрытий и объединяют между собой все элементы каркаса (колонны и многопустотные плиты) с вертикальными диафрагмами и ядрами жесткости в единую пространственную систему.

Преимущества: В конструктивной схеме зданий разделены функции несущих и ограждающих конструкций. Система позволяет осуществлять эффективную реконструкцию эксплуатируемых зданий старой постройки с доведением их параметров до современных (по несущей способности, огнестойкости) и наращиванием объема зданий при сохранении исторического, культурного и архитектурного облика. На основе системы можно получить компоновки здания высотой до 30 этажей со сложным очертанием в плане, вводя в прямоугольную сетку различные по форме и размерам монолитные участки [5].

Недостатки: Конструктивный недостаток системы – техническое решение опорных узлов многопустотных плит с использованием в них неармированных шпонок. Проблема заключается в том, что расчетом невозможно гарантировать отсутствие хрупкого разрушения бетонных шпонок.



1 – колонны; 2 – многопустотные плиты; 3 – несущие монолитные ригели; 4 – связевые монолитные ригели; 5 – теплоизолирующая прокладка

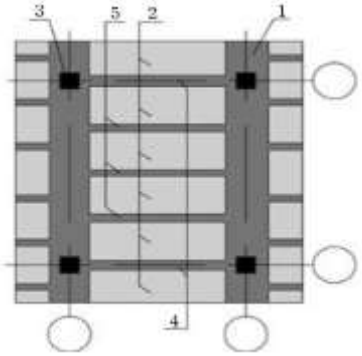
Рисунок 7 – Система АРКОС на основе каркаса по серии 1.020.1-7

7 Система Сочи (СССР).

Конструктивные особенности: Перекрытие системы представляет собой плоскую сборно-монолитную плиту, опертую на колонны, размещенные в плане с шагом до 7,2 м включительно в обоих направлениях. В этой сборно-монолитной плите сборные многопустотные плиты оказываются вбетонированы в монолитный диск перекрытия и окаймлены со всех сторон монолитными железобетонными балками [3].

Преимущества: Конструкция системы пригодна для рамных и рамно-связевых каркасов многоэтажных зданий и отличается повышенной жесткостью при изгибе от вертикальной нагрузки. Здания характеризуются повышенной сейсмостойкостью.

Недостатки: Возведение вышележащего перекрытия строго подчиняется ритму ведущего процесса на нижележащем этаже.



1 – монолитные ригели; 2 – сборные многопустотные железобетонные панели перекрытия; 3 – сборные железобетонные колонны; 4 – приколонные монолитные балки; 5 – монолитные балки между панелями

Рисунок 8 – Фрагмент сборно-монолитного перекрытия системы Сочи

8 Система УДС (Россия).

Конструктивные особенности: Основная идея технологии «Универсальная домостроительная система» (сокращенно УДС) заключается в изготовлении в заводских условиях отдельных железобетонных элементов, поставке их на стройплощадку, проведение монтажа несущего каркаса здания, состоящего из трех главных элементов: сборных железобетонных колонн, сборно-монолитных предварительно напряженных ригелей лотковообразной формы и сборных многопустотных плит перекрытия. Узел соединения «колонна – ригель – плита» – монолитный. Если нет сварки, каркас работает как рамно-связевая система. После бетонирования образуется неразрезной бесшарнирный несущий каркас.

Преимущества: Благодаря гибкости модификации применяемых конструкций, системой УДС обеспечивается полносборность, скорость монтажа, надежность, долговечность зданий, возможность свободной планировки и будущей перепланировки, сочетание со всеми видами утепления.

Недостатки: Минимально допустимое сечение колонн 300 мм увеличивает материалоемкость. Каркас визуально виден в интерьере помещений. Коробчатый ригель при монтаже требует укрытия от осадков.

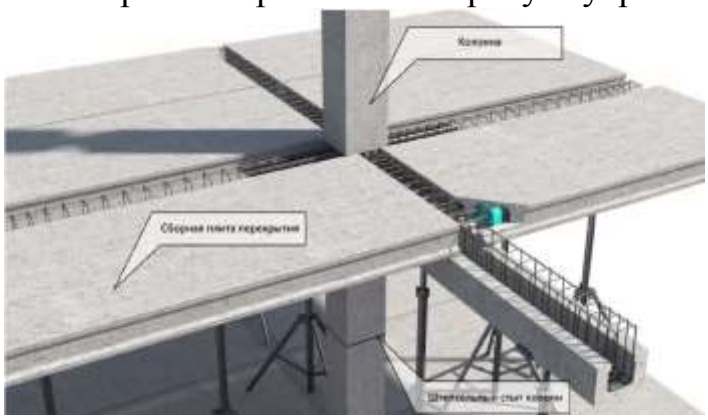


Рисунок 10 – Общий вид на конструкции каркаса по системе УДС

Общими преимуществами всех систем СМКД являются:

– снижение материалоемкости и металлоемкости зданий (до 2 раз – сокращение расхода бетона; до 3 раз – металла) в сравнении с остальными конструктивными схемами зданий и сооружений;

– увеличение полезной площади на 20 % в сравнении с КПД;

– снижение стоимости строительства с учетом возврата затрат от увеличения площади примерно на 25 %;

– отсутствие (или сокращение) сварочных работ на стройплощадке;

– снижение требований к квалификации рабочего персонала из-за меньшей трудоемкости как на технологической линии по выпуску элементов СМКД, так и на стройплощадке;

– заводское изготовление элементов СМКД с гарантией качества;

– возможность размещения подземной автостоянки под зданиями;

– уменьшение веса несущих конструкций;

– возможность использования различных материалов в наружных стенах;

– неограниченные возможности перепланировки помещений в период проектирования, строительства и эксплуатации;

– уменьшение веса несущих конструкций, позволяющее снизить затраты по эксплуатации тяжелых монтажных кранов на стройплощадке;

– сокращение транспортных расходов;

– универсальность элементов, что позволяет использовать их в любых архитектурных и конструктивных решениях при программном проектировании.

Технико-экономическое исследование показателей систем основано на данных, приведенных в различных информационных изданиях. Подсчет ТЭП произведен по каркасу секции жилого дома с размерами в плане 27х15 м. Среди всех представленных систем СМКД наиболее эффективной является УДС.

Таблица 1 – Технико-экономические показатели систем СМКД

Наименование системы СМКД	Показатели			
	Средний расход железобетона, $м^3/м^2$ площади	Средняя металлоемкость, $кг/м^3$		Коэффициент полносборности
		железобетонных конструкций	строительства в целом	
1 PPB-Saret	0,24	71	15	0,8
2 Dycore	используется только в общественных зданиях			
3 Contiframe	0,30	98	18	0,7
4 Delta	0,32	140	25	0,6
5 КУБ-3У	0,28	117	21	0,6
6 АРКОС	0,26	80	17	0,6
7 Сочи	0,29	120	22	0,6
8 УДС	0,22	62	13	0,8

Список литературы

1. Шембаков, В.А. Сборно-монолитное каркасное домостроение. Руководство к принятию решений / В.А. Шембаков. – Чебоксары: Изд-во Чебоксары, 2005. – 120 с.

2. Никулин, А.И. Эффективность применения плоских сборно-монолитных перекрытий в каркасном домостроении / А.И. Никулин, С.В. Богачева – СПб. : Изд-во Свое издательство, 2015. – с. 70 – 73.

3. Косарев, В.Н. Особенности технологии сборно-монолитного многоэтажного домостроения / В.Н. Косарев // Современное строительство и архитектура. – 2023. – № 4 (35). – с. 8 – 17.

4. Новоселов, В.А. Анализ домостроительных систем и возможности их совершенствования / В.А. Новоселов // Промышленное и гражданское строительство. – 2013. – № 7 . – с. 69 – 71.

5. Макаркин, С.В. Сборно-монолитная каркасная система межвидового применения «МКС» / С.В. Макаркин, А.А. Шубин, Н.И. Фомин, С.П. Копша, // Русский журнал строительных наук и технологий. – 2022. – Т. 8, № 2. – с. 23 – 31.

ПРИМЕНЕНИЕ ФАНЕРЫ В НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Лисов С.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Фанера – это листовой строительный материал, изготавливаемый из нескольких тонких слоёв древесины (шпона), которые плотно склеиваются по толщине. Обычно волокна в соседних слоях шпона перпендикулярны друг другу, из-за чего фанере свойственна стабильность формы и прочность в разных направлениях, что выгодно отличает её от обычной древесины. Наиболее прочна фанера, изготавливаемая из берёзового шпона. Кроме этого, существуют особые виды фанеры, обладающие повышенной сопротивляемостью кручению и изгибу: они склеиваются таким образом, чтобы волокна шпона были расположены под углом в 30°, 45° или 60° к соседним слоям или листовому краю. Количество слоёв в фанерном листе почти всегда нечётное: три, пять, семь, девять или более, при этом шпон размещается симметрично вокруг центрального слоя, в таком случае фанера менее подвержена короблению. Но производятся и фанеры из четырёх слоёв: древесные волокна двух центральных слоёв идут параллельно друг другу, а волокна внешних слоёв направлены перпендикулярно внутренним. Таким перпендикулярным расположением соседних слоёв достигается равномерная прочность на разрыв сразу во всех направлениях. Фанерные листы, чаще всего, собираются из слоёв шпона, материалом для которых послужила одна порода дерева [1].

Фанера является часто используемым материалом в разных отраслях благодаря своей функциональности и сравнительно невысокой цене. В строительстве фанера применяется как в качестве несущих элементов конструкций, так и обшивки (в том числе внутренней и наружной отделки помещений).

Марка фанеры зависит от вида клея, которым склеивались слои древесины:

- фанера марки ФК – склеивание производится карбамидной смолой (предназначена для внутренних помещений);
- фанера марки ФСФ (повышенной влагостойкости) – слои склеиваются фенольной смолой (используется как внутри, так и снаружи помещений);
- фанера марки ФБ (бакелизированная фанера) – склеивается после пропитки бакелитовым лаком (используется при повышенной влажности);
- фанера марки ФОФ (ламинированная фанера) – берёзовая фанера, облицованная с одной или двух сторон плёночным покрытием (бумага, пропитанной синтетической смолой).

Наиболее распространёнными несущими строительными конструкциями с использованием листовой фанеры являются балки. Ниже рассмотрим существующие и разрабатываемые балочные конструкции с использованием листовой фанеры в качестве несущего элемента.

Клеефанерные балки состоят из фанерных стенок и дощатых поясов. Они могут быть постоянной высоты, переменной высоты, а также с криволинейным верхним поясом (рис.1). Листы фанеры рекомендуется располагать так, чтобы волокна рубашек были направлены вдоль пролета. Клеефанерные балки с плоской фанерной стенкой рекомендуется использовать для пролетов до 15 м. Их высоту назначают в пределах от 1/8 до 1/12 пролёта.

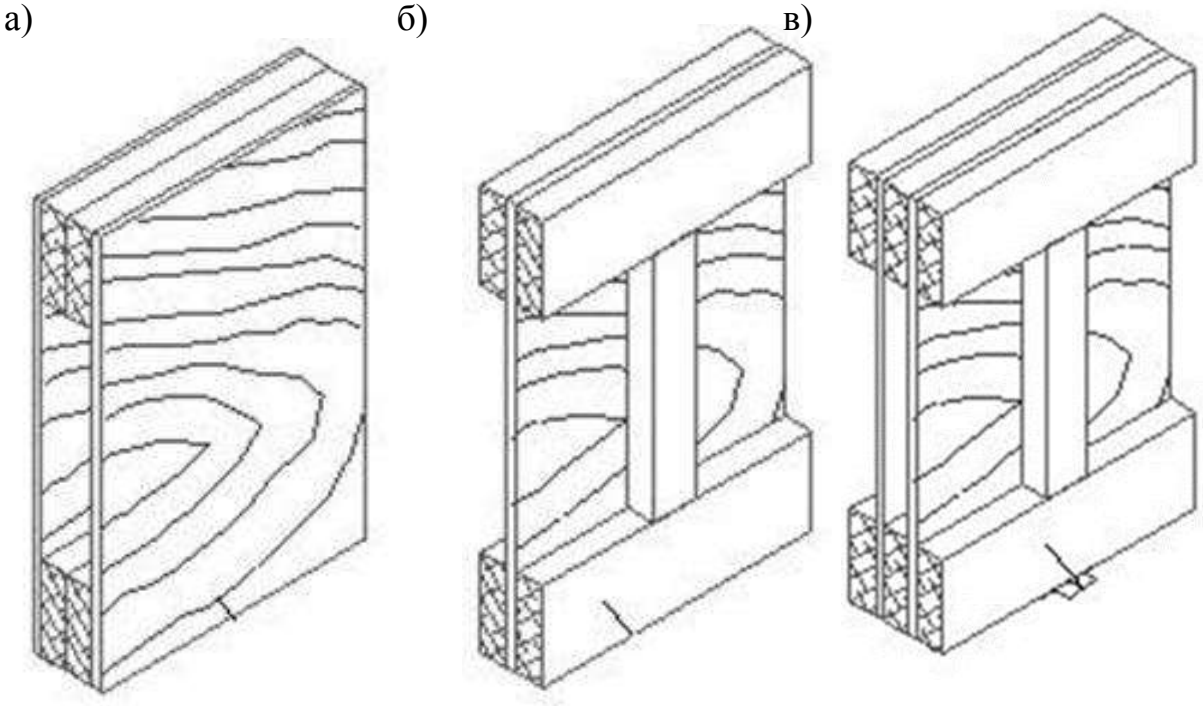


Рисунок 1 – Типы клеефанерных балок: а – коробчатого сечения, б – двутаврового сечения, в – двутавррово-коробчатого сечения

Клеефанерные балки с волнистой стенкой относятся к классу малогабаритных балок. Они имеют двутавровое сечение, постоянное по длине. Полки выполняют из деревянных прямоугольных брусков или досок, в пластях которых выбраны волнообразные по длине пазы клиновидного сечения. Фанерная стенка имеет волнистую по длине форму, которая придается ей в процессе изготовления [4].

Волокна наружных слоёв фанеры располагаются вдоль стенки. Стенка вклеивается краями в пазы поясов. Благодаря волнистой форме стенка лучше сопротивляется потере устойчивости, чем плоская, и не нуждается в укреплении её рёбрами жёсткости.

На кафедре строительных конструкций ОГУ исследуются конструктивные решения сборных фанерных балок коробчатого поперечного сечения. Особенностью данных конструкций является возможность

осуществления сборки изделий непосредственно на стройплощадке без использования высокотехнологичного оборудования и клеевых соединений (рис. 2) [2,3].

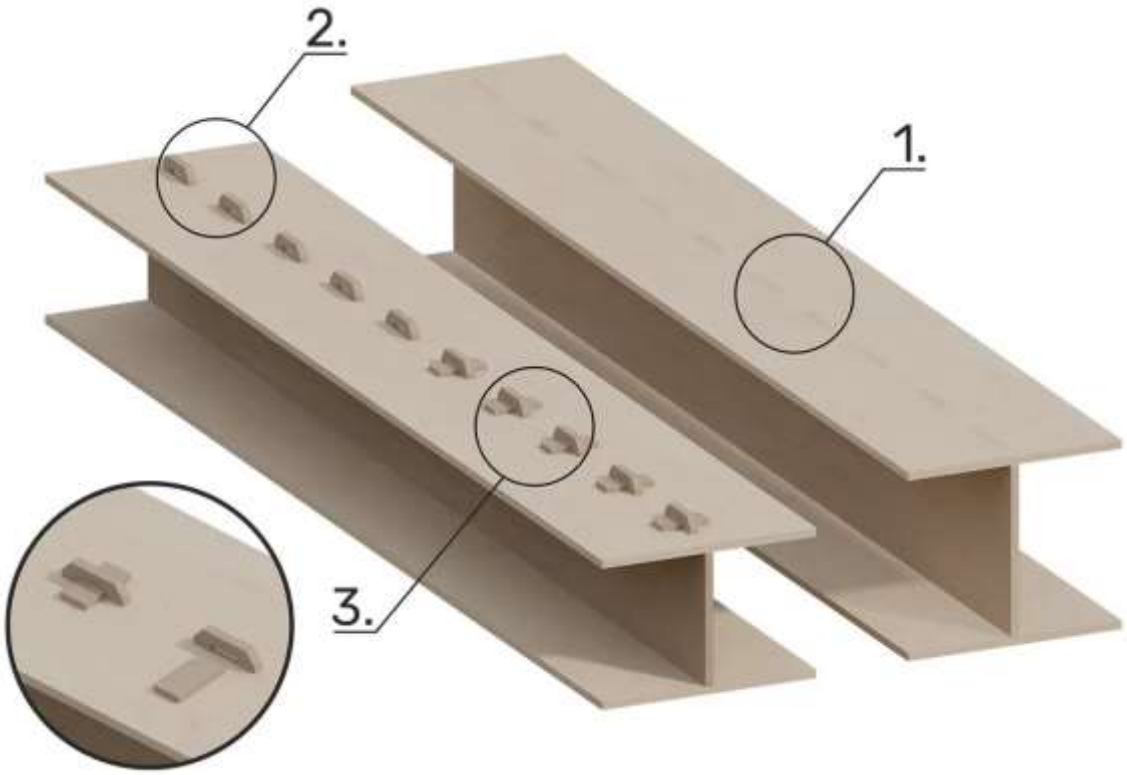


Рисунок 2 – Сборные балки из фанерных листов. Соединение элементов (стенка и пояса) может быть как закрытым (1), так и открытым (2) с фиксацией листов плоским штифтом (3).

Технология соединения листовых элементов между собой без использования клея позволяет создавать отдельные конструктивные детали и элементы для использования в строительстве в качестве балочных конструкций (рис. 4), несущих элементов стен (колонн и стоек), рамных и арочных конструкций.

Рисунок 4 – Варианты сечений сборно-разборных коробчатых балок

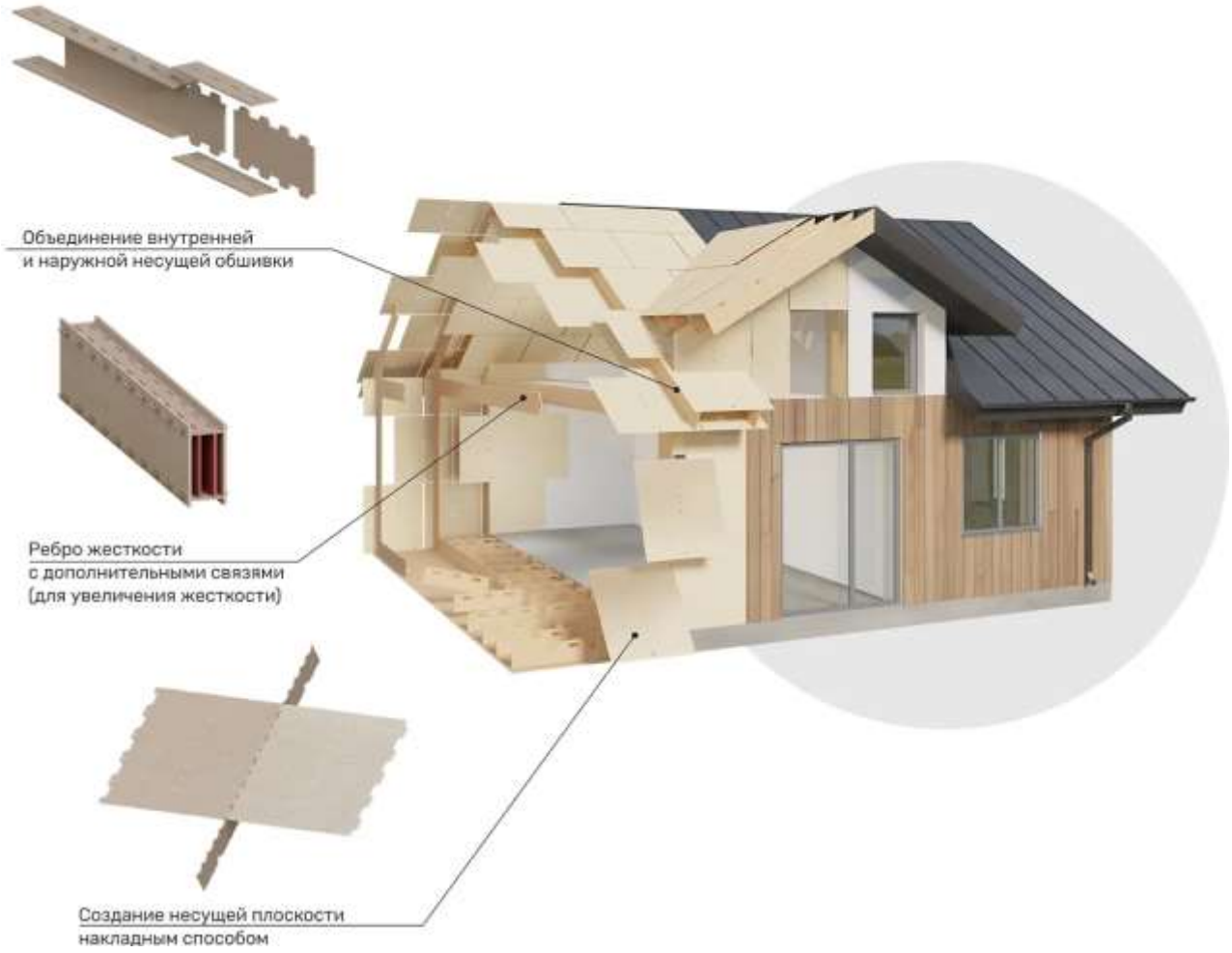


Рисунок 5 – Область применения предлагаемых конструктивных элементов из фанерных листов в малоэтажном строительстве.

Таким образом, дальнейшее развитие и разработка предлагаемых конструкций позволит добиться следующих эксплуатационных характеристик готовых малоэтажных зданий:

- строительство конструкции любой формы, в том числе криволинейной;
- малые сроки проектирования;
- высокая скорость изготовления;
- малый вес конструкции и ее элементов с возможностью монтажа без использования грузоподъёмных механизмов;
- лёгкость и быстрота сборки;
- обработка огне-био-защитными средствами на этапе производства;
- сейсмостойкость и жёсткость, обусловленная несущим связанным каркасом;
- высокая теплостойкость из-за отсутствия мостиков холода;
- использование любого вида утеплителя;
- реализации встроенных инженерных сетей (в толще конструкции);
- сплошной контур стен, пола, потолка, крыши (внутренний, наружный);
- высокая точность геометрии, что снижает трудоёмкость и трудозатраты на отделочные работы;
- ремонтопригодность;
- сборка в труднодоступной местности.

Список литературы

1. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. – Введ. 28.08.2017. – М.: АО "НИЦ "Строительство" - ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 2017.

2. Жаданов, В.И. Большеразмерные совмещенные плиты из клееной древесины и пространственные конструкции на их основе (монография) / В.И. Жаданов, Г.И. Гребенюк, П.А. Дмитриев // Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2007. – 209 с.

3. Жаданов, В.И. Оптимизация конструкций совмещенных ребристых клеефанерных плит / В.И. Жаданов // Современные строительные конструкции из металла и древесины. – Одесса, 2007 – С. 61 – 65.

4. Осипов, Ю.К. Экспериментально-теоретическое исследование устойчивости волнистой стенки из фанеры / Ю.К. Осипов // Строительство и архитектура. – 1968. – №9. – С. 18-25.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕСУЩИХ КЛЕЁНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В СРАВНЕНИИ С ТРАДИЦИОННЫМИ СТРОИТЕЛЬНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Гурьева В. А., д-р техн. наук, доцент,
Лысенкин В. В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

С ростом интереса к экологически устойчивым строительным материалам, несущие клеёные деревянные конструкции становятся все более популярными из-за своей способности быть восстанавливаемыми, а также из невысокого веса и хорошей теплоизоляции. В данной статье мы рассмотрим экологические аспекты использования несущих клеёных деревянных конструкций в сравнении с традиционными строительными материалами.

Устойчивость к изменению климата и возобновляемость ресурсов производства как одно из преимуществ деревянных конструкций. Древесина является возобновляемым природным материалом, поскольку деревья можно выращивать и перерабатывать снова и снова. Таким образом, использование клееных деревянных конструкций способствует сокращению зависимости от нефтепродуктов и других невозобновляемых ресурсов. Они являются устойчивыми с точки зрения ресурсоэффективности и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду.

Так же снижается уровень энергозатрат на производство по сравнению с материалами, такими как сталь и бетон. Для производства стали и бетона требуется большое количество энергии, в том числе на добычу сырья (железной руды, угля, известняка) и процессы обжига, например, для получения цемента. В то время как для производства древесины в основном требуется энергия только на производство и переработку лесоматериалов. Древесина в большинстве случаев добывается и перерабатывается ближе к месту строительства, чем материалы, такие как сталь и бетон, что снижает энергозатраты на их транспортировку.

Кроме того, древесина, которая используется для строительства несущих конструкций, остается богатой углеродом, что означает, что углерод остается внутри конструкции и не выделяется обратно в атмосферу в течение длительного времени [1]. Эта особенность является важным фактором в сокращении уровня парниковых газов в атмосфере, поскольку углекислый газ является одним из главных парниковых газов, способствующих изменению климата. Поэтому использование древесины для конструкций может считаться одним из способов сокращения уровня парниковых газов в атмосфере.

Эксперты всероссийской организации, специализирующейся на комплексном решении лесоучетных и лесоустроительных задач, Рослесинфорг сравнили углеродный след, оставленный при строительстве деревянного дома

площадью 100 квадратных метров и одной квартиры той же площадью в монолитном доме в 22 этажа по шесть квартир на лестничной клетке.

При расчетах углеродного следа деревянного дома учитывались все этапы: заготовка древесины, транспортировка ее на склад, обработка и пиление, сушка, транспортировка до точки продажи, хранение на складе магазина, доставка до потребителя, производство и транспортировка недревесных материалов, а также само строительство деревянного дома. Для квартиры учитывался углеродный след при производстве строительных материалов, их транспортировка с завода и строительство многоквартирного дома в расчете на долю одной квартиры.

По итогам анализа углеродный след от строительства дома из дерева составляет 67 тонн CO_2, а от строительства многоквартирного дома при расчете только одной квартиры тех же самых параметров, что и частный дом, – 174 тонны CO_2 (рисунок 1). Таким образом, при строительстве деревянного дома в атмосферу попадает более чем в два раза меньше вредных выбросов, чем при возведении многоэтажной постройки [2]. Это обусловлено тем, что в строительных конструкциях из дерева продолжает хранится накопленный лесом в течение жизни углерод.

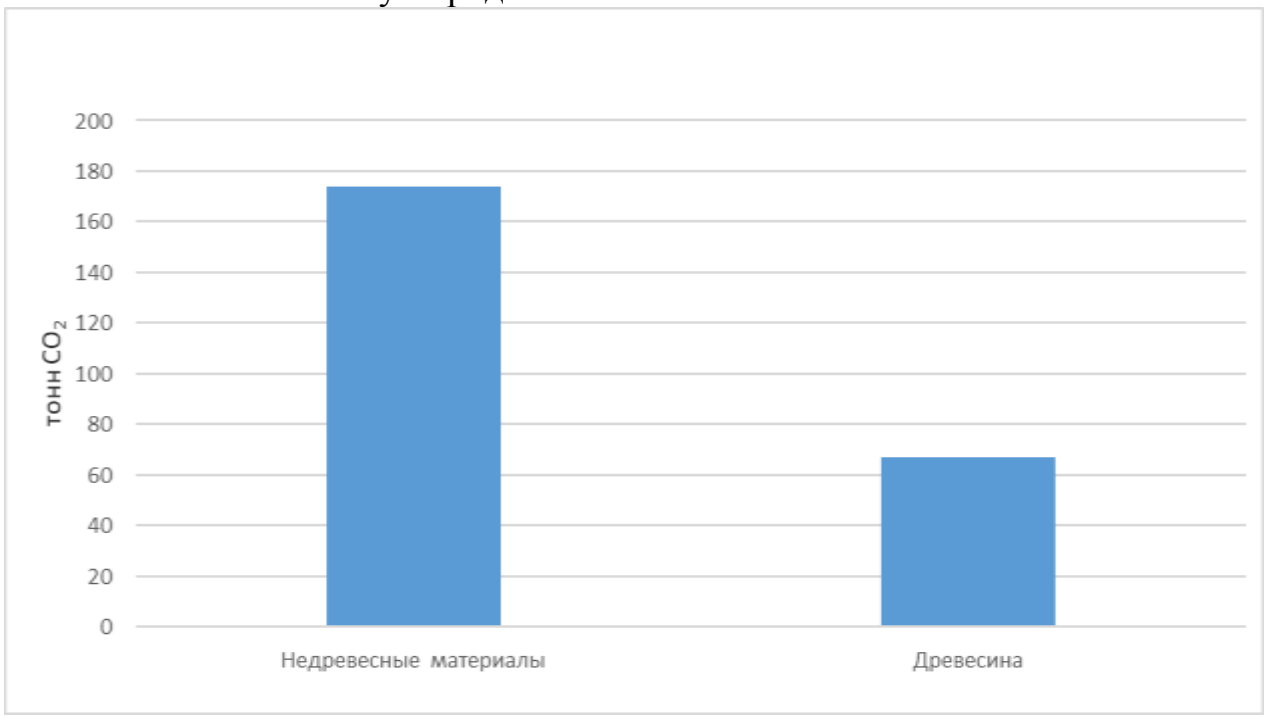


Рисунок 1 – Сравнительная диаграмма углеродного следа от троительства одной квартиры

Таким образом, при увеличении массовой деревянной застройки всего на 10% можно сократить выбросы более чем на 10 млн. тонн углерода в атмосферу в год. Однако, это справедливо лишь для тех стран, где существует стабильная отрасль добычи и обработки древесины. На самом деле, замещение бетона деревом в крупных городах окажет куда более значимый вклад в

экологическую обстановку, так как при изготовлении цемента для бетона, плавлении стали для производства арматуры требуется высокая температура, а это есть потребление значительного количества топлива, продукты которого отравляют атмосферу парниковыми газами [3].

Древесина характеризуется высокими теплоизоляционными свойствами, что позволяет значительно снизить затраты на отопление и кондиционирование зданий [4]. Сравнение теплоизоляционных свойств древесных и других материалов с использованием норм по приведенному теплотехническому сопротивлению для климатической зоны г. Оренбурга в соответствии с приведено на рисунке 2.

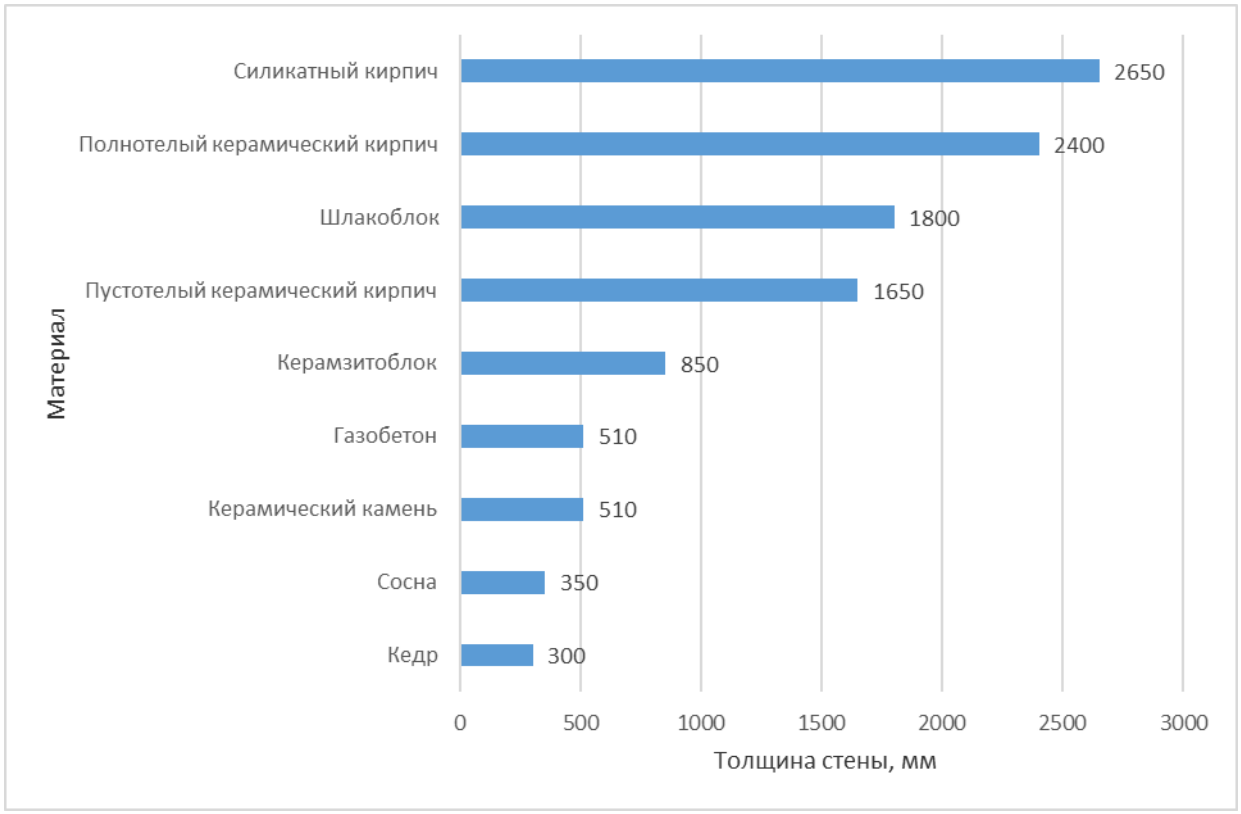


Рисунок 2 – Толщина стены, соответствующая нормам по приведенному теплотехническому сопротивлению из материалов разного происхождения для климатической зоны г. Оренбурга

В ходе сравнения установлено, что толщина стены из древесины при тех же теплоизоляционных свойствах почти в 9 раз меньше, чем стена из силикатного кирпича. Для строительства домов с использованием древесины потребуется существенно меньше материала, чем при строительстве домов из других материалов.

Чем ниже коэффициент теплопроводности, тем эффективнее материал сохраняет тепло. В нижеприведенной таблице показано превосходство клееного бруса перед другими стройматериалами по способности противостоять тепловым потерям [5].

Таблица 1 – Сравнительная таблица теплопроводности клееного бруса и строительных материалов разного происхождения

Материал	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·С
Клееный брус	0,1
Сухая древесина	0,09–0,18
Сосна, ель поперек/вдоль волокон	0,09/0,18
Дуб поперек/вдоль волокон	0,1/0,23
Профилированный брус	0,18
Пенобетон	0,08–0,47
Кирпич керамический пустотелый	0,35–0,52
Кирпич красный глиняный	0,56
Керамзитобетон	0,66–0,73
Кирпич силикатный	0,7–1,1
Бетон	1,51
Железобетон	1,69–2,04
Мрамор	2,91
Гранит	3,49

Такие эксплуатационные характеристики клееных брусьев обеспечиваются благодаря особой технологии их изготовления – тщательно высушенные доски из хвойных пород древесины составляются в пакеты и склеиваются между собой с применением специального экологически безопасного клея и прессования. Такая слоистая конструкция обладает многочисленными достоинствами, одним из которых является высокая энергоэффективность. Она достигается благодаря низкой теплопроводности древесины и клея, которые используются при создании клееного бруса.

Поскольку плотность этого материала сравнительно низкая (порядка 500 кг/м3), показатели его теплопроводности также невысоки, что позволяет строить из клееного бруса уютные и комфортные дома. При этом стены домов можно делать более тонкими, чем при использовании других материалов. Например, стены из клееного бруса толщиной 150 мм обеспечивают примерно такую же защиту от тепловых потерь, как и стены из оцилиндрованного бревна диаметром 240 мм.

Также экологичность древесных материалов заключается и в том, что существуют безотходные технологии при производстве строительных материалов на основе древесины. Например, непосредственным сырьем для производства ДВП и ДСП является технологическая щепа или стружка, которую получают из круглых сортиментов хвойных и лиственных пород, окоренных и с корой, кусковых и мягких отходов лесопильно-деревообрабатывающего, а также фанерного и спичечного производств.

Технологическую щепу получают путем измельчения древесины в дисковых рубительных машинах, марки которых зависят от вида исходного сырья [6].

Строительство из древесины включает в себя множество экологических аспектов, которые оказывают влияние на экосистему и климат. Обобщим и дополним, как деревянное строительство влияет на окружающую среду и какие экологические преимущества оно предоставляет.

1. Устойчивость древесных ресурсов:

Деревянное строительство способствует устойчивому использованию древесных ресурсов. При правильном уходе за лесами и внимательной вырубке деревьев можно обеспечить их возобновление и сохранение.

2. Снижение углеродного следа:

Деревянные материалы являются углеродным нейтральным ресурсом. Деревья поглощают углекислый газ в процессе роста, и этот углерод сохраняется в древесине. Это способствует снижению выбросов парниковых газов в атмосферу.

3. Энергоэффективность:

Деревянные сооружения обладают хорошей термоизоляцией, что позволяет сократить энергопотребление на отопление и кондиционирование воздуха. Это способствует экономии энергии и снижению выбросов.

4. Меньше энергозатрат на производство:

Производство деревянных материалов требует меньше энергии, чем производство бетонных или металлических. Это сокращает энергозатраты и выбросы вредных веществ.

5. Утилизация и переработка:

Деревянные материалы могут быть переработаны и утилизированы без негативного воздействия на окружающую среду, в то время как другие строительные материалы могут создавать проблемы с удалением.

6. Создание экологических рабочих мест:

Деревянное строительство способствует созданию рабочих мест в лесопильной и лесозаготовительной индустрии, что может содействовать развитию экологически устойчивых районов.

7. Эстетическая гармония с природой:

Деревянные сооружения легко интегрируются в природный ландшафт и создают гармоничное сочетание с окружающей природой.

Таким образом, мы рассмотрели экологические аспекты строительства из древесины. Можно сказать, что клееные деревянные конструкции, как и любые другие из дерева, самые экологичные из всего многообразия строительных материалов. Большая часть недостатков древесины может быть решена на этапе производства конструкции, а долговечность обеспечена правильными условиями эксплуатации и проектирования. КДК имеет конкурентные прочностные характеристики на единицу массы конструкции, а также, экологические, экономические и эстетико-функциональные преимущества. Основным преимуществом является относительно небольшой вес конструкции, который, во многих случаях, позволяет экономить на этапе транспортировки, монтажа, а также позволяет достигнуть максимального экономического

эффекта при строительстве на слабонесущих грунтах. Деревянное строительство, проводимое с учетом экологических аспектов, может значительно снизить негативное воздействие на окружающую среду и способствовать созданию устойчивых и комфортных условий для проживания.

Список литературы

1. Герашенко А. И. «Конструкционные материалы деревянного происхождения» / Герашенко А. И. – М.: Стройиздат, 2017. – С 3-5.
2. Казакевич Т.Н., Миронова С.И., Коваль П.С., Васильев А.О. «Оценка работоспособности клеёных несущих конструкций каплевидного купола атриума многофункционального комплекса, меры по повышению эксплуатационной надежности» / Казакевич Т.Н., Миронова С.И., Коваль П.С., Васильев А.О. // . — Санкт-Петербург:Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. — С. 112-120.
3. Калугин А. В. «Клееные деревянные конструкции в современном строительстве»// Промышленное и гражданское строительство. – 2011. – № 7-2. – С 32-37.
4. Перцева, А. Е., Хижняк, Н. Н., Астафьева, Н. С. «Опыт применения большепролетных клееных деревянных конструкций» / А. Е. Перцева, Н. Н. Хижняк, Н. С. Астафьева // Мир науки. — 2018. — № 3. — С. 2.
5. Сибен, А. В. «Клеёные деревянные конструкции в строительстве: эффективность и проблемы применения» / А. В. Сибен [Текст] // Новые технологии - нефтегазовому региону. — Тюмень:Тюменский индустриальный университет, 2022. — С. 180-183.
6. Чернышев П.В., Бердичевский М.В. «Сравнительный анализ применения химических и физических методов борьбы с насекомыми, повреждающими древесину» // Прикладная механика и техническая физика. — 2021. — Т. 62, № 1.–С2-8.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СЪЕМНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ЧЕХЛОВ K-FLEX В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ

Малеваная А.Н.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В настоящее время единственным способом определить потери через изоляцию трубопроводов является расчет на основе норм тепловых потерь изолированными трубопроводами [7]. Предлагаемый метод оценки тепловых потерь [3] достаточно приблизителен, важно устранить неопределенности и ошибки.

Одной из характерных неисправностей трубопроводной арматуры в тепловых камерах являются протечки через уплотнения. На арматуре, которая не покрыта жидкой или иной теплоизоляцией, теряется столько же тепловой энергии, сколько теряется ее на участке трубопровода такого же диаметра длиной 2 метра.

Подобные протечки часто приводят к резкому снижению эффективности теплоизолирующих материалов, используемых для теплоизоляции.

Площадь только фланцевых соединений задвижки Ду 600 составляет 0,84 $м^2$ и, как правило, в тепловой камере устанавливается не менее двух задвижек [2]. Менее чем за один отопительный сезон тепловые потери только с поверхности не теплоизолированных фланцевых соединений двух задвижек Ду 600 составят более 5 Гкал. Учитывая тот факт, что площадь самих задвижек сравнима с площадью фланцевых соединений, расчетное количество тепловых потерь необходимо увеличить минимум в два раза. Эффект от снижения тепловых потерь с поверхности запорной арматуры только для одной тепловой камеры может составить более 10 Гкал за один отопительный сезон.

Для изоляции арматуры, сальниковых компенсаторов и фланцевых соединений следует применять преимущественно съемные теплоизоляционные конструкции.

В качестве теплоизоляционного слоя [6] в этих конструкциях наибольшее применение в практике находят теплоизоляционные изделия на основе минерального и стеклянного волокна, выпускаемые различными предприятиями по ГОСТ 21880-94, ГОСТ 9573-96, ГОСТ 10499-95 и Техническим условиям (ТУ) производителей.

Теплоизоляция сложных устройств и конструкций требует применения специальных изделий. Современные термочехлы для запорной арматуры представляют собой жесткий, но эластичный футляр. Изготавливаются по индивидуальным размерам из минеральной ваты и специального обкладочного материала, имеют прекрасные эксплуатационные свойства и обеспечивают эффективную защиту от промерзания.

Большинство магистральных и прочих трубопроводов тепловой сети изготовлены и проложены значительное время назад [4], в связи с этим, в первую очередь, для повышения эффективности системы теплоснабжения следует заменить трубопроводы «старого» образца на «новый».

Перспективным теплоизоляционным материалом для трубопроводов тепловых сетей с температурным графиком 95–70°С в проходных и непроходных каналах и систем горячего водоснабжения, прокладываемых в технических подпольях и подвалах зданий, является вспененный каучук, производимый фирмой L'Isolante K-Flex под фирменной маркой K-Flex. Изделия K-Flex марки EC и ST имеют предельную температуру применения 116° С. Следует отметить, что эти изделия имеют разрешение № РРС 04-5986 Госгортехнадзора России на их использование на объектах, подконтрольных этому ведомству. Как альтернатива, широкое применение нашли материалы на основе каучуков СКЭПТ [5], в качестве тепловой изоляции оборудования и трубопроводов.

Подбор материала должен соответствовать нормативам проектирования с привязкой к специфике объекта, на котором применяется данный материал. Вследствие чего, применение теплоизоляционных чехлов:

- снижает тепловые потери за счет очень низкого коэффициента теплопроводности чехла;
- защищает от коррозии и образования конденсата;
- многократный и простой монтаж/демонтаж без снижения характеристик продукции;
- снижает уровень шума в вибрации узлов и оборудования;
- сохраняет параметры технологического режима.

Таблица 1 – Параметры теплоизоляционного материала из вспененного каучука K-FLEX марки ST (по каталогу K-FLEX JACKET 2021г.)

Параметры	Значение
Температура применения, °С	от -200 до 110
Плотность, кг/м^3	40±15
Коэффициент теплопроводности при -20°С, Вт/(м·°С), не более	0,030
Коэффициент теплопроводности при 0°С, Вт/(м·°С), не более	0,032
Коэффициент теплопроводности при 20°С, Вт/(м·°С), не более	0,034
Коэффициент теплопроводности при 40°С, Вт/(м·°С), не более	0,036
Коэффициент сопротивления диффузии водяного пара, не менее	10000
Группа горючести	Г1

Материалы K-FLEX имеют высокую пористость в сочетании с небольшим размером ячеек и оптимальным объемным весом и характеризуются низким значением коэффициента теплопроводности (см. таблицу 1).

Инструментальные замеры показали снижение температуры поверхности трубопроводов и запорной арматуры на 41,4 °С при начальной температуре

53,5 °С (обратный трубопровод) и на 74,1 °С при начальной температуре 82,4 °С (подающий трубопровод).

Материалы K-FLEX в пределах срока службы конструкции не увлажняются и не накапливают влагу, поэтому их теплозащитные свойства практически не изменяются. Обладая высокой гибкостью и имея широкий ассортимент готовых форм в виде трубок, углов, тройников, обеспечивается достаточная технологичность монтажа (рисунок 1). Это позволяет с минимальными затратами устанавливать изделия в труднодоступных местах и на сложных поверхностях.

Рисунок 1. Термочехол K-FLEX JACKET (по каталогу K-FLEX JACKET 2021г.)

Таким образом, изучив исследования отечественных и зарубежных специалистов в области теплоснабжения, можно сделать вывод о том, что повышение тепловой эффективности систем теплоснабжения возможно при правильном подходе к использованию различных методов изоляции запорно-регулирующей арматуры как в тепловых камерах, так и на открытом воздухе. Принимая во внимание особенности каждого из видов изоляции, необходимо исследовать их более детально с целью понять, какой из них наиболее эффективен. Исходя из этого, для дальнейших исследований определены следующие задачи:

1. Разработать модель тепловой сети для проведения исследований со всеми необходимыми элементами для анализа влияния наличия теплоизоляционных материалов на арматуре трубопроводов тепловой сети на энергоэффективность системы.

2. Произвести необходимые расчеты и определить количество тепловых потерь в тепловой сети при использовании различных способов регулирования отпуска тепловой энергии.

Список литературы

1. Анахов П.А., Герлинский Н.Б. Повышение надежности и

снижение потерь в тепловых камерах МУП «Тепло Коломны» // Журнал Энергосовет – 2011. – №3 (16).

2. Асланов Д.Н., Гусейнли З.С. Обеспечение герметичности во фланцевых соединениях запорных задвижек // Международный научно-исследовательский журнал – 2018. – №11 (77). – С. 38.

3. Бадах В.Ф., Кузнецова А.Д. Расчет нормативных потерь тепла через изоляцию трубопроводов тепловой сети // Санкт Петербургский государственный университет сервиса и экономики. – 2011. - №4 (18). – 60-72.

4. Гордеева Г.В., Замятин А.В. Влияние технического и приборного оснащения магистральных тепловых сетей на потери теплоносителя // Достижения вузовской науки. – 2015. – С. 69-80.

5. Закирова И.А., Ключников О.Р. Энергосберегающие свойства и термостабильность наружного тонкопленочного покрытия теплоизоляции на основе каучука СКЭПТ-ЭНБ холодной вулканизации // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2013. – №1-2. – С. 73-76.

6. Муранова М.М., Щеколов А.И. Применение современной тепловой изоляции для трубопроводов. Слоистая теплоизоляция // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. – 2012. – С. 165-169.

7. Семенов В.Г., главный редактор журнала «Новости теплоснабжения». Определение фактических тепловых потерь через теплоизоляцию в сетях централизованного теплоснабжения. // Новости теплоснабжения, 2003. № 4.

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА EICUT ПРИ ПРОГРЕВЕ МОНОЛИТНОЙ ПЛИТЫ ГРЕЮЩИМИ ПРОВОДАМИ

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

Один их важных аспектов в современном строительстве – это применение монолитного бетона при возведении зданий, конструкций, сооружений. Однако есть трудности работы с бетоном именно при отрицательных температурах. Благодаря исследованиям и накопленному опыту, в настоящее время уже известны не один способ бетонирования в зимнее время. [1]

Один из наиболее распространенных способов – это бетонирование при помощи прогрева конструкции «греющим проводом», и электродный прогрев, которые часто используются в строительстве при отрицательных температурах.[2]

Моделирование предварительного расчета и последующий контроль температуры являются важными составляющими зимнего бетонирования. Предварительный расчет температуры выдерживания и решение задачи термодинамики являются необходимыми условиями получения качественной монолитной строительной конструкции.[3]

Существующие ручные расчеты приблизительны и не учитывают всех факторов, влияющих на температуру. Моделирование с использованием современных программных комплексов способно решить данную задачу. Одним из программных комплексов, призванных решать такие задачи методом конечных элементов, является программный пакет ELCUT.

Программа ELCUT рассчитывает температурные поля в плоскости сечения конструкции, решая стационарную задачу в качестве начальных условий, а затем решает нестационарные задачи с построением температурных полей с заданным шагом интегрирования. В программе имеется ресурс задания различных источников тепла, условий окружающей среды, материалов.

В рамках работы выполнено имитационное моделирование задачи прогрева монолитной плиты перекрытия прогревающим проводом. Схема укладки греющих проводов представлена на рисунке 1.

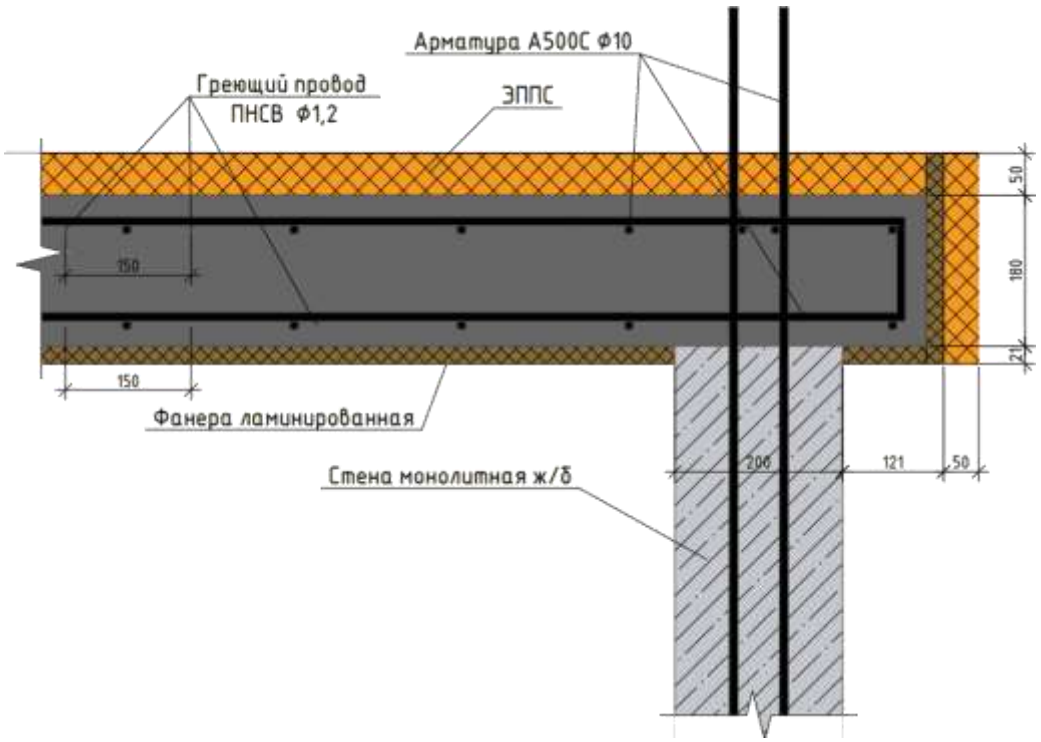


Рисунок 1 – Схема укладки греющих проводов в плите перекрытия

Построение модели выполнялось с учётом исходных условий и характеристик материалов, представленных в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Исходные условия эксперемента

Температура наружного воздуха	минус 10°С
Скорость ветра	5 м/с
Температура свежеуложенной бетонной смеси	плюс 10°С
Расход цемента	350 кг/м³

Таблица 2 – Свойства матреиалов и их характеристики.

Материал	λ, Вт/(м·°С)	ρ, кг/м³ с	Дж/(кг·°С)
Бетон тяжёлый класса В25	1.51	2400	840
Экструзионный пенополистирол (ЭППС)	0.029	29	1340
Фанера ламинированная	0.12	600	2300
Арматура стальная	58	7850	482
Поливинилхлорид (ПВХ)	0.159	1400	90

Греющие провода заданы вершинами с определенной мощностью тепловыделения.

Решение построено на преобразовании исходной задачи и решении серии таких преобразованных последовательно связанных задач. При этом твердеющая бетонная смесь разбивается прямоугольной сеткой дискретизации на блоки, в которых могут быть заданы различные характеристики, постоянные в пределах конкретного блока и на временном шаге, а временной шаг преобразования свойств в блоках равняется шагу решения отдельной связанной задачи.[4]

Анализ распределения тепла при использовании метода греющих проводов на начальном этапе и результат через 48 часов представлены на рисунках 2 и 3.

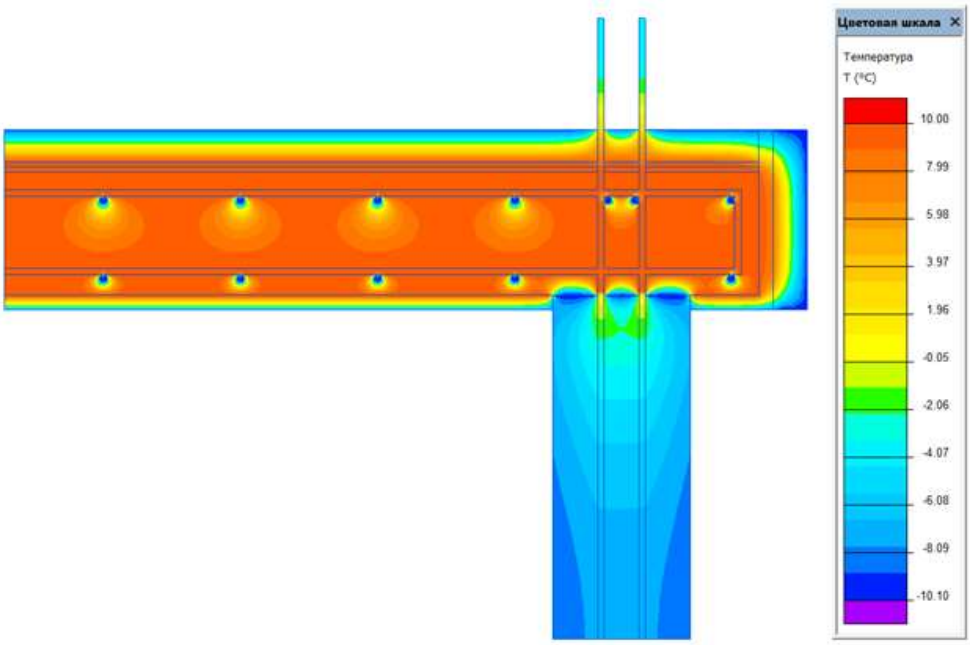


Рисунок 2 – Распределение тепла в монолитной плите при прогреве проводами на начальном этапе.

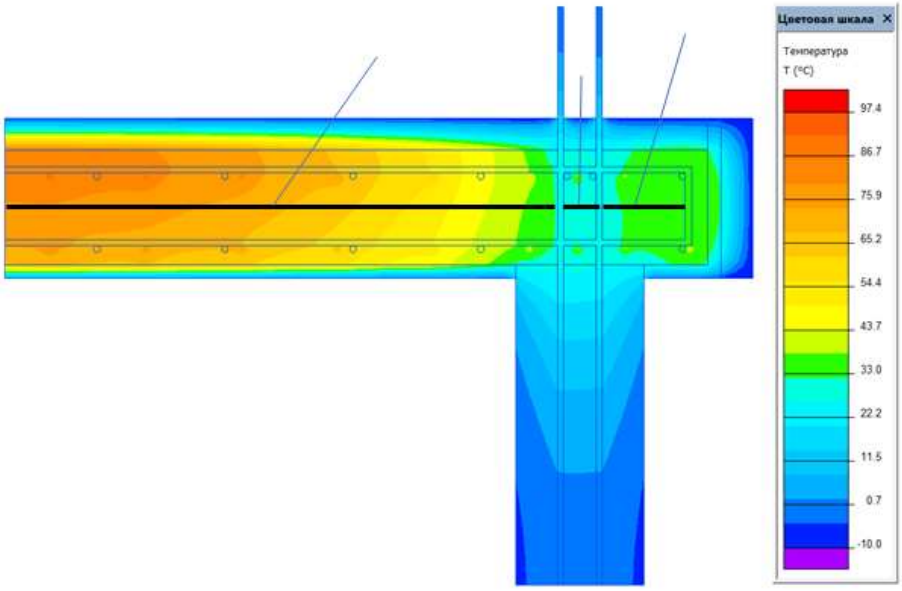


Рисунок 3 – Температурное поле по прошествии 48 часов прогрева

Таблица 3 – Анализ прогрева бетона греющими проводами

Параметр	Прогрев греющим проводом
Область применения	Универсальный
Затраты электроэнергии* , кВт/(ч×м^3)	80-110
Скорость набора прочности бетона**	70%, R_{28} за 48 часов
Безопасность труда	Относительно более низкая
Необходимость использования понижающего трансформатора	Есть
Равномерность создаваемого температурного поля	Относительно более высокая

*Согласно СП 70.13330.2012[5]

**По результатам данной работы с учетом рекомендованных режимов прогрева

По результатам проведенного исследования сделаны следующие выводы

- При прогреве греющим проводом важна частота расположением провода в конструкции;
- Скорость набора прочности бетона при способе греющим проводом велика что позволяет быстро и эффективно проводить бетонные работы в зимнее время

Список литературы

1 Стандарт организации: Сталежелезобетонные конструкции. Правила проектирования» - Ассоциация развития стального строительства. – Москва. – 2015. – 130 с.

2 Белов, Д.В. Особенности технологии бетонирования самоуплотняющимся бетоном сталежелезобетонных колонн / Д. В. Белов, М. А. Клещев //. – Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. - № 6 (152). – 2021. – С. 12-17

3 Клещев, М. А. Вариант технологии бетонирования самоуплотняющимся бетоном сталежелезобетонных колонн / М. А. Клещев//. – Сборник тезисов участников международного студенческого строительного форума – 2021 «Инновационное развитие строительства и архитектуры: взгляд в будущее». – С. 98-100.

4 Хорев, А. В. Перспективы строительства сталежелезобетонных конструкций в высотном строительстве в Республике Казахстан / А. В. Хорев, З. М. Жамбакина //. – Молодой ученый. - №24 (471). - 2023. – С. 99-101.

5 СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции

ОРГАНИЗАЦИЯ ГОРОДСКОГО ЦЕНТРА ЭКОЛОГИИ – ОСНОВА ДЛЯ ПРИНЯТИЙ ЭФФЕКТИВНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ГРАДОРЕГУЛИРОВАНИИ

Мубаракшина М.М., доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Проблемы экологического состояния окружающей среды (отдельных городских территорий и города в целом) являются на сегодняшний день одной из самых острых социальных проблем глобального масштаба. Они связаны с осмыслением и перераспределением реальных природных ландшафтов, с точки зрения, обеспеченности экологического баланса для создания среды, отвечающей безопасности и комфортности обитания. Контролируемый уровень и состояние экологических критериев окружающей среды в ходе развития градорегулируемых факторов городских территорий предопределяет качественный уровень проживания населения.

В территориальной планировке развития города принятие решений, позволяющие оценить и учесть все уровни социальных, экономических и экологических факторов, влияющих на процессы формирования и развития города, позволяют предвидеть последствия принимаемых решений, обеспечивают возможность стимулировать позитивные и предотвращать негативные социальные процессы. В этом направлении прогнозы на перспективное территориальное развитие опираются на результаты исследований на всех уровнях градостроительных систем, результаты аналитических обоснований и системный анализ всех обозначенных типов территорий с учётом их землепользования. Для этого требуется конкретное определение учёта всех структурных единиц, рассматриваемых территорий с определением их физических границ и их типов на основе действующей правовой документации, регулирующей градостроительную деятельность. К настоящему времени многие города, в том числе и Оренбург, уже разработали и используют на практике «Правила землепользования и застройки» по которым предопределяется разнообразное количество типов зон в документах градостроительного зонирования с дальнейшим определением их регламентов. В комплект документов градостроительного регулирования включается и экологический регламент. Идеология правового зонирования требует, чтобы все регламенты были привязаны к конкретному участку, у которого появляется собственник, т.е. адресованы собственникам территории. Формально, во всех рассмотренных «Правилах землепользования и застройки» это положение выполняется, однако продекламированная привязка регламентов к участкам не всегда реализуема в силу объективных причин разного характера. В ходе исследовательских работ в Оренбурге были выявлены некоторые территориальные участки «бесхозного» характера, расположенные в разных

районах города, к примеру, в Западном и Центральном районах. Уже долгие годы неопределённость собственника территорий двух лесопосадок (общей площадью 1221га), находящихся в черте города, предопределила запущенность этих территорий, получивших статус заброшенных «депрессивных» зон. Депрессивность этих территорий выражается в неухоженности и гибели зелёных насаждений, в утрате прямых функций этих территорий, что несёт за собой разрушение системы открытых озеленённых рекреационных пространств города, нарушение принципов устойчивого экологического развития. Количество и качество городской зелёной массы – это одно из главных определяющих качеств состояния экологического уровня окружающей среды, поскольку сбалансированное положение озеленения городской среды направлено на усиление благоприятного воздействия и снижения негативного влияния среды на жизнедеятельность населения.

В данной работе продолжается рассмотрение одного из направлений научно – исследовательской работы, проводимой преподавателями и студентами кафедры архитектуры Оренбургского Государственного университета, связанной с выявлением оценки и учёта современного состояния экологического каркаса, коммунально-хозяйственного сектора, дорожно-транспортной сети и других социальных проблем Оренбурга, включая перспективные предпосылки развития этих направлений. В выполненных проектах, основное внимание уделялось на решение проблемы озеленения города (выявление экологического и зелёного каркасов города), развития городских рекреационных зон, связанных с одним из главных социальных направлений – отдыхом населения; на коммунально – хозяйственную организацию территорий, связанной с решением регулирования, надзора, комплексного распределения объектов коммунально – хозяйственного назначения. Решение этих проблем работает в пользу повышения качества среды обитания, предопределяет качество и уровень проживания в рассматриваемых районах города,

В ходе исследований территорий города экспертной группой преподавателей и студентов кафедры архитектуры ОГУ ранее были определены уровни качества проживания всех районов города. Первых два места в антирейтинге получили Западный и Южный районы, в которых были зафиксированы основные негативные моменты, характеризующие эти территории как депрессивные, находящиеся в положении стагнации. Они подробно были изложены в предыдущих работах: в диссертационной работе на соискание учёной степени кандидата архитектуры доцента Безбородовой О.Н. и в научно – исследовательской работе «Архитектурно – планировочная модернизация депрессивных зон городского ландшафта г. Оренбурга», регистрационный номер: НИОКТР 01201278281, научный руководитель доцент Мубаракшина М.М.

В дальнейшем были сформулированы основные проблемы выбранных городских пространств и предложены способы их реализации, которые были апробированы в ВКР по специальности «Градостроительство» и «Дизайн

архитектурной среды»: тема ВКР «Концепция развития планировочного района, прилегающего к ул. Терешковой и пр. Победы в городе Оренбурге», 2018 г., студент Байбулатова А.С., руководитель ВКР доцент Мубаракшина М.М., тема ВКР «Концепция развития западного планировочного района в городе Оренбурге», 2018 г. студент Леушева Н.И., руководитель ВКР доцент Мубаракшина М.М., тема ВКР «Джентрификация депрессивной среды автомобильного моста через реку Сакмара в городе Оренбурге», 2022г., студент Безбородова А.Ю., руководитель ВКР доцент Безбородова О.Н., тема ВКР «Ревитализация депрессивной среды, прилегающей к железнодорожным путям в городе Оренбурге», 2022 г., студент Павлычева А.О., руководитель ВКР доцент Безбородова О.Н., тема ВКР «Концепция развития рекреационной зоны по Загородному шоссе в парке “Качкарский Мар”, 2023 г., студент Севостьянова М.И., руководитель ВКР Мубаракшина М.М., тема ВКР «Организация среды центра Экологии в городе Оренбурге», 2023 г., студент Бойко А.А., руководитель доцент Мубаракшина М.М. В перечисленных работах рассматриваются варианты решений по улучшению окружающей среды и качества уровня проживания на этих территориях, даётся оценка территорий, выявление проблем и пути их решения. Например, в работах средовой организации крупных планировочных районов города: Западного района и планировочного района в границах улиц Терешковой и пр. Победы, с помощью градостроительных и планировочных приёмов была поднята норма обеспеченности озеленением: 28 кв.м. на одного жителя и 26 кв.м. на одного жителя, соответственно, против существующей – 10 кв.м., то есть определилась возможность увеличить площадь зелёных насаждений в два раза, организовать благоустройство этих территорий для полноценного использования их жителями этих районов, и главное, поднять уровень экологического качества среды почти в три раза.

Организация территорий отдельных районов города (в дипломных проектах студентов) требовала рассмотрения проблем в совокупности всей городской территории и окружающей пригородной зоны, как «полного охвата» всех проблемных ситуаций в концепции оптимизации городского ландшафта с возможными прогнозами восстановления нарушенных территорий, реабилитации и перепрофилирования депрессивных территорий.

«Правильная оценка природных условий в градостроительной деятельности, в дальнейшем предопределяет комфортные условия для проживания населения. Важную роль при этом рельеф и климат, условия водоснабжения и водоотведения, возможности организации системы рекреационных ландшафтов как внутри города, так и в пригородной зоне» [1.]. Формирование, развитие и совершенствование среды жизнедеятельности человека, отвечающей требованиям комфортности, всесторонней безопасности, экономической целесообразности, гармоничности, составляют главную задачу градостроительства – одной из важнейших сфер человеческой деятельности. Все эти процессы должны быть взаимосвязаны и неразрывны, взаимодействуя друг с другом, поскольку, развитие одного процесса, непосредственно, влияет

на другой. В практической деятельности эти необходимые постулаты, как правило, нарушаются. К этим негативным действиям активно подключаются процессы техногенного характера. В эпоху научно – технического прогресса, активная антропогенная деятельность человека на Земле стала угрожать природе, нарушая присущее ей равновесие. Глобальная обеспокоенность по поводу этих угроз стала предметом пристального внимания Международной комиссии по окружающей среде и развитию (комиссия Брундтланд). В 1980 -х годах на конференциях ООН по проблемам окружающей среды вычленяется понятие «устойчивое развитие» (Sustainable development, англ. – контролируемое и направляемое, непрерывно, поддерживаемое развитие). Суть этого понятия в том, что рост материального благосостояния осуществляется в формах сохранения экологического равновесия, биогеосистемного равновесия, историко – культурного наследия. В 1992 году на конференции ООН по окружающей среде и развитию (ЮНСЕД) был провозглашён основной документ конференции, содержащий программу нового поступательного движения цивилизации – «Повестка дня на XXI век», в котором было сказано: «…переход к устойчивому развитию является единственным спасительным путём человечества».

Продолжительная деятельность градостроительной практики в Оренбурге по освоению городских территорий с позиции неисчерпаемости природных ресурсов привела к формированию некомфортной среды обитания человека. Это убедительно прозвучало в наблюдениях и выводах реальной ситуации исследуемых районов города студентами кафедры архитектуры. На основе исследовательских наблюдений в формировании города, его перспективного развития городских экологических образований, важную роль может сыграть единый координационный Центр по регулированию отношений в области градостроительного планирования и землепользования, застройки и благоустройства городских территорий, развития их транспортной, инженерной, социальной, экологической и коммунально - хозяйственной инфраструктур, рационального природопользования, сохранения объектов историко – культурного наследия и охраны окружающей среды. Центр экологии - это единое образование, способное координировать, развивать, прогнозировать все сферы формирования города на основе выработанного мониторинга существующей градостроительной и экологической ситуации, в соответствии положений региональных программ территориального развития Оренбургской области, обозначенных в проекте «Схема территориального планирования Оренбургской области», Том III, Охрана природы., Санкт – Петербург, 2011, ФГУП Рос НИПИ Урбанистики, в которой отражены основные положения Стратегии социально – экономического развития Оренбургской области и Оренбурга до 2025 года.

Развитие Центра экологии и экологических исследований рассматривалось в ВКР студента группы 18 ДАС (б) ОП Бойко А.А. по теме «Организация среды Центра Экологии в городе Оренбурге», руководитель ВКР доцент Мубаракшина М.М. Концепция Центра рассматривалась и

выстраивалась на осмыслении объединения природного комплекса и резервных пространств города в единую систему – в сетевую структуру; на необходимости ответственности человека за антропогенные изменения окружающей среды, которые несут гибель окружающей естественной природе; на необходимости рассмотрения Центра как фокуса определяющего локализацию функциональных, организационных, научно – исследовательских и общественных процессов и как многомерное, многофункциональное городское пространство, открытое для всех слоёв населения. Территория, отведённая под строительство комплекса Центра экологии, находится в юго-восточной части города с учётом дальнейшего масштабного развития строительства по улице Степана Разина (на участке её перспективного развития). Согласно существующему генплану города, мощная магистральная улица Степана Разина в перспективе объединит южные районы города с центральной частью. По замыслу автора Центр экологии должен играть важную градостроительную роль, определившись как доминанта улицы Степана Разина. Общая площадь всей территории 9,8 га, площадь под капитальную застройку составляет 23% от всей территории, площадь озеленения – 75,26%.

Главный объём (здание Экоцентра) состоит из двух блоков – блока А и блока Б, визуально представляющих единое целое, между которыми проходит главная композиционная и пешеходная ось пространства комплекса.

Коммуникационная

Рисунок 2. Главный вход в здание блока Б.

связь между ними осуществляется через подземное пространство, вход в который предусмотрен через атриумное пространство, расположенное перед блоком Б. Для посетителей спуск в подземное пространство осуществляется с помощью траволаторов и открытой лестницы. В подземном пространстве располагаются: парковка для посетителей, гардеробы, технические помещения (вентиляционные и насосные коммуникации, дополнительный резервуар для хранения воды для экстренных случаев, объёмом 150 кубических метров и др.). Блок А представлен тремя уровнями, в которых располагаются: образовательные и выставочные пространства с выходом в оранжереи, расположенные с южной стороны блока – на первом этаже; на втором этаже находятся учебные помещения для взрослых и детей для компьютерного моделирования экологических ситуаций и их решений. Блок Б на первом этаже представлен: центральным выставочным пространством, экспозиция которого позволяет ознакомиться с природой Оренбуржья; зоной питания (кафе на 200 посадочных мест), универсальным зрительным залом на 200 человек; на втором и третьем этажах располагаются пространства научно – исследовательского блока (помещения лабораторий); на четвертом этаже находится библиотека. Все функциональные зоны расположены автономно относительно друг друга с учётом чёткой изолированности сотрудников лабораторий, обслуживающего персонала и посетителей. Из обоих блоков имеются выходы в оранжереи и на территорию экологического парка.

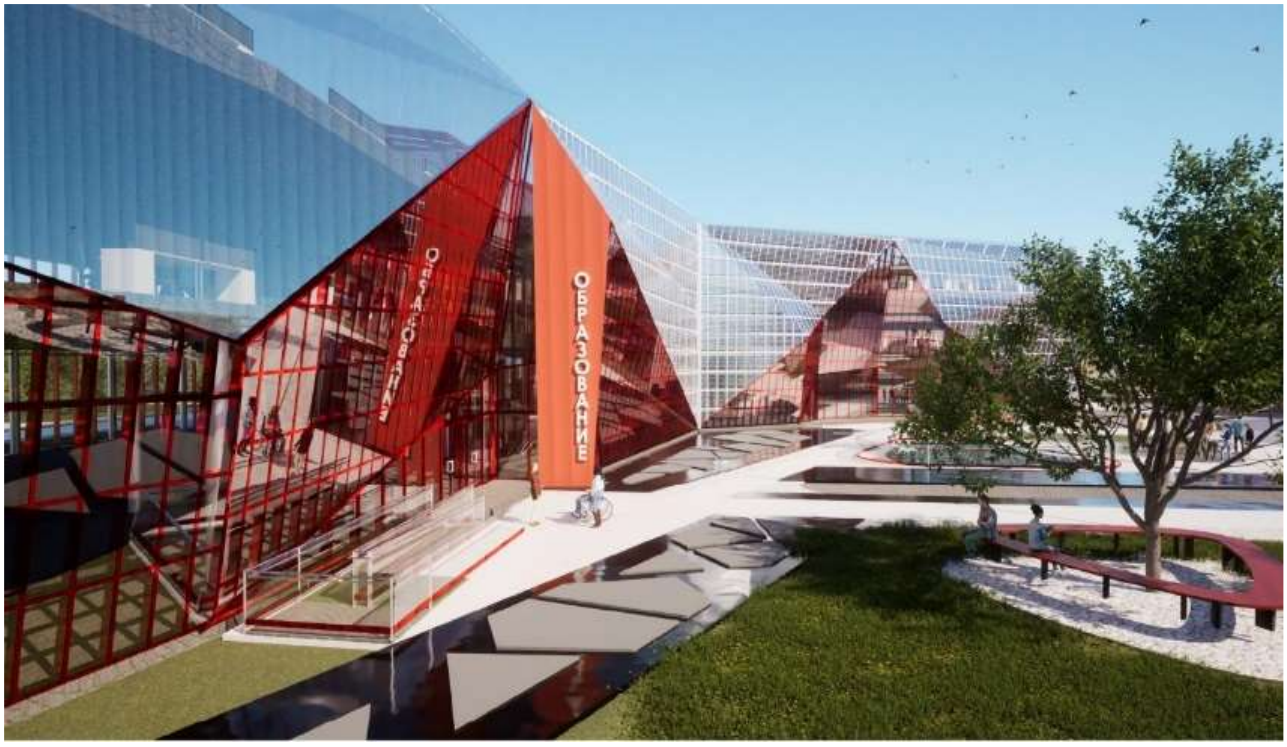


Рисунок 2. Декоративный фонтан для сбора сточных вод перед зданием блока А.

Само здание Центра, его внешний вид с отделкой из экологических материалов, внутренние помещения со свободно перетекающими

пространствами, подчинено общей идее проекта. За основу идеи принято понятие «Вода» в своих разных агрегатных состояниях – лёд (твёрдость), воздушность (пар) и, собственно, сама вода (жидкость). Это просматривается в образе здания, напоминающего прозрачную расколотую льдину, в малых архитектурных формах и организации всей территории экологического парка, разбивка которого осуществлена на основе выбранной структурной единицы – окружности, символизирующей «круги на воде», «пузыри». В отделке фасадов и малых архитектурных форм используется пластик маркировки HDPE – 100% экологически безопасный и перерабатываемый материал. В строительстве всех зданий и сооружений Центра используется принцип cradle-to-cradle, предусматривающий эксплуатацию сооружения без ущерба для окружающей среды с возможностью полной его утилизации.

Территория экологического парка разделена на функциональные зоны, с учётом пребывания в нём посетителей разных категорий. Организация пространства экологического парка направлена на установление связи человека и окружающей среды, на идее открытия мира Природы, на усиление человеческого общения, на организацию многофункционального открытого пространства для пешеходных прогулок с возможным выбором огромного ряда познавательных и репрезентативных функций, формирующих в этом пространстве экологическое самосознание человека.

Рисунок 3. Пешеходная надземная дорожка в экологическом парке.

Итогом всей работы явилось появление нового городского пространства, открытого обществу, в котором выявлены важные пункты пространственной и смысловой композиции, пространства, наполненного эмоциональной насыщенностью с передачей ощущений, образов, иллюзий. В русле такого контекста физическая среда начинает взаимодействовать с внутренним миром

человека, устанавливается связь между чувствами человека и окружающей средой и его ответственность за окружающий его мир.

Список литературы

1. Большаков А.Г. Основы теории градостроительства и районной планировки: Учеб. для вузов.-Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2004.-216 с., ил. 56. - ISBN-5-8038-0305-7

2. Гутнов А.Э. Системный подход в изучении города: основания и контуры теории городского развития // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник. М.: Наука, 1985.- 360 с.

3. Чибилёв А.А. Бассейн Урала: история, география, экология / Институт степи УрО РАН. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. - 312с.

4. Дубровская С.А. Ландшафтно-экологический анализ территории города Оренбурга на предмет развития планировочной структуры // Экология урбанизированных территорий. – 2015. №3. с.61-67

5. Нефёдов В.А. Городской ландшафтный дизайн. Спб.: Любавич, 2012.- 320 с.

6. Нефёдов В.А., Нефёдова Е.С. Дизайн как образ жизни: финская модель. Спб.: Любавич, 2018. -196 с.

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Муртазина Л.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Наряду с новым строительством производятся работы по реконструкции существующих зданий, в том числе старой застройки. Восстановление эксплуатационной пригодности таких строительных объектов часто сопровождается усилением фундаментов, которые наиболее подвержены воздействию различных неблагоприятных факторов. В грунтах, в свою очередь, наблюдается процессы, снижающие со временем значения их прочностных и деформационных характеристик. В таких случаях требуется усиление и грунтов основания. Реконструкция зданий и сооружений нередко производится с заменой конструктивных элементов и оборудования с большим, чем было, весом. Это повышает напряжения в грунте и приводит к дополнительным осадкам основания.

Усилению грунтов и конструкций (в том числе фундаментов) предшествует обследование зданий, особенно с признаками повреждений. Производится общая оценка состояния строительного объекта и определяется возможность его реконструкции. Обычно без детального обследования работы по реконструкции не производятся.

При реконструкции зданий необходимо иметь представление о геологических условиях на площадке застройки и состоянии грунтов, используемых в качестве оснований.

С этой целью выполняются инженерно-геологические изыскания, включающие следующие виды работ:

− ознакомление с архивной строительной документацией;

− устройство шурфов, а в ряде случаев и буровых скважин, с отбором образцов грунта для лабораторных испытаний;

− определение в шурфах типа фундаментов и их технического состояния;

− исследования физико-механических свойств грунтов основания.

Полученные данные испытаний, а также сопутствующие им расчеты, позволяют установить необходимость усиления фундаментов и грунтов основания и наметить мероприятия по их осуществлению.

В случае фундаментов мелкого заложения, в шурфах, кроме отбора грунтовых образцов, определяют материал, из которого выполнен фундамент, устанавливают наличие или отсутствие повреждений, характер повреждений, если они имеются. С помощью приборов ударного или отрывного действия определяется прочность материала по состоянию на момент обследования.

В шурфах производят обмеры фундамента и глубину его заложения. Если в шурфе окажутся подземные воды, а это возможно при их высоком стоянии,

необходимо замерить устоявшийся уровень подземных вод относительно дневной поверхности.

В шурфах имеется возможность произвести также натурные испытания грунтов вблизи подошвы фундамента с помощью зондов и приборов вращательного среза.

Для обследования свайных фундаментов отрывают доступные по глубине шурфы, которые позволяют определить тип свай, их сечения, размещение в ростверке.

Главной причиной ослабления оснований является повышение влажности грунтов, причем в большей степени это касается пылевато-глинистых грунтов и в меньшей мере - песчаных.

Причинами водонасыщения могут быть подъем уровня грунтовых вод, утечки воды из коммуникаций, сезонные подтопления. Наблюдается также постепенная концентрация влаги под подошвой фундаментов и при отсутствии подземных вод.

На территории, где строительство осуществляется на макропористых лессовидных грунтах, замачивание оснований приводит к просадкам, как правило, неравномерным, при которых здания приобретают повреждения, не совместимые с их нормальной эксплуатацией. Имеются сведения о том, что в таких ситуациях прочностные характеристики просадочных грунтов – угол внутреннего трения и удельное сцепление снижаются в своих значениях в 1,5-2 раза.

С другой стороны, если в грунтах основания за весь период эксплуатации строительного объекта негативные явления отсутствовали, то обжатый фундаментами грунт улучшает свои показатели. Это видно на примере уменьшения значения коэффициента пористости в грунтовых образцах, отобранных на разной глубине под подошвой фундамента в условиях отсутствия негативных явлений в основании за период эксплуатации здания.

Таблица 1 - Изменение коэффициента пористости *e* по глубине *h*

Глубина от подошвы фундамента в м	Изменение коэффициента пористости *e* по отношению к его значению в естественном состоянии по глубине заложения подошвы фундамента, %						
	Номер опыта						
	1	2	3	4	5	6	Среднее значение
h=0	16,0	14,0	26,0	-	18,0	16,0	16,0
h=0,5b	11,0	12,0	18,0	8,0	3,5	3,0	9,25
h=b	3,0	4,0	3,5	0	0	0	3,5

Упрочнение основания под нагрузкой зависит от начальной плотности и вида грунта, его гранулометрического состава, величины уплотняющего давления, времени действия нагрузки.

В таблице 2 приведены данные, позволяющие судить, в какой мере упрочняются грунты под фундаментами здания при отсутствии факторов, неблагоприятно влияющих на грунт.

Таблица 2 - Изменение прочностных характеристик грунтов

Номер опыта	Характеристики	Грунты		%
		в естественном состоянии за пределами фундаментов	под подошвой фундаментов	
1	φ^0	18	20	11
	с, МПа	0,001	0,004	40
2	φ^0	24	25	10
	с, МПа	0,001	0,012	12
3	φ^0	25	25	-
	с, МПа	0,007	0,031	44
4	φ^0	23	23	-
	с, МПа	0,20	0,24	12
5	φ^0	24	23	-
	с, МПа	0,08	0,25	31
6	φ^0	24	27	12
	с, МПа	0,016	0,025	16

Таким образом, только исследования грунтов основания в случае реконструкции здания, позволяют определить необходимость усиления грунта или же установить отсутствие такой необходимости. При этом учитываются результаты обследования фундаментов и оценка их состояния. Если проверочные расчеты и результаты обследований свидетельствуют о необходимости усиления фундаментов или грунтов основания, тогда приступают к выбору мероприятий, позволяющих провести усиление с минимальными затратами.

К основным способам усиления оснований зданий и сооружений относятся: физико-химические; конструктивные; механические; специальные.

Характерной чертой усиления оснований является отсутствие типовых решений, поэтому проекты усиления оснований разрабатываются для конкретных случаев с учетом накопленного опыта строителей.

К основным способам усиления фундаментов зданий и сооружений относятся: уширение подошвы, увеличение глубины ее заложения, пересадка фундамента на сваи, возвращение фундамента, смещенного в сторону, в проектное положение; закрепление кладки фундамента, взятие кладки в обойму, закрепление грунтов основания.

Выбирая способ усиления фундаментов или грунтов, нужно учитывать состояние здания или сооружения в целом: условия эксплуатации, предполагаемые особенности работы фундамента в зависимости от увеличения нагрузок, (назначения функционирования здания в комплексе с местными условиями влияние соседних зданий и сооружений, транспорта, прохождение коммуникаций и т.д.). Во всех случаях принятая технология усиления должна обеспечивать длительную и надежную эксплуатацию здания с учетом геотехнического прогноза.

Список литературы

1 Украинченко, Д. А. Конспект лекций "Основы курса "Проектирование фундаментов в региональных грунтовых условиях" [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению 08.03.01 Строительство / Д. А. Украинченко, В. П. Перов, Л. А. Муртазина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2016. - ISBN 978-5-7410-1708-1. - 165 с- Загл. с тит. экрана.

2 Механика грунтов, основания и фундаменты : учебник / Л. Н. Шутенко, А. Г. Рудь, О. В. Кичаева и др.; под. ред. Л. Н. Шутенко; Харьков. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А. Н. Бекетова. – Харьков : ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2015. – 501 с.

АНАЛИЗ СТАТИЧЕСКИХ СХЕМ ПЕРЕКРЫТИЙ МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ НА СТАЛЬНОМ КАРКАСЕ

Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент,
Воробьева М.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Применение стали, как материала для несущих стальных конструкций, при проектировании жилых многоэтажных зданий, на территории Российской федерации было начато в середине прошлого столетия, но допускалось только для уникальных объектов, к которым относились, например, высотные здания в городе Москве.

В связи с резким снижением объема экспорта продукции металлургической промышленности в начале двадцатых годов двадцать первого века, в 2022 году Министерством строительства Российской Федерации был разработан проект «дорожной карты», предусматривающий расширение области применения стали в строительстве на здания детских садов, школ и жилые здания с одновременной корректировкой санитарных и пожарных норм для указанных объектов строительства. Основной целью реализации такого проекта является стимулирование внутреннего спроса на стальной прокат на фоне запрета на экспорт стали в Европу [1].

В качестве объекта для выполнения численных исследований был принят стальной каркас четырнадцатиэтажного жилого дома. За основу формирования сетки колонн и балок перекрытий принят типовой проект жилого 14-ти этажного дома с монолитными железобетонными колоннами и перекрытиями и ненесущими кирпичными стенами и перегородками. Монолитный железобетон сохранен в исследуемом объекте в качестве плит сталежелезобетонных перекрытий и покрытий, а также для стен ядра жесткости вокруг блока лестничного и лифтового узлов.

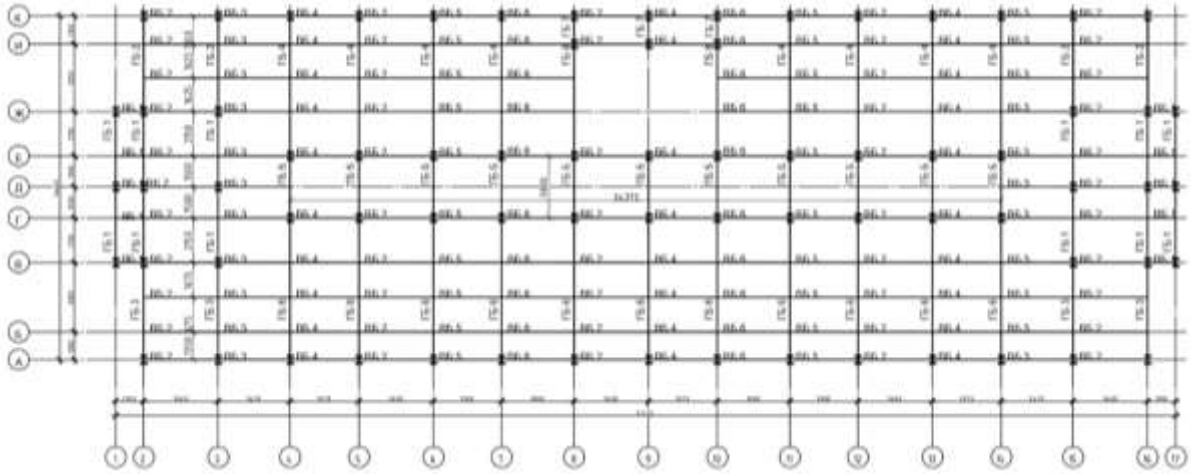


Рисунок 1 – Маркировочная схема балок типового этажа

Компоновка стального каркаса жилого здания выполнена следующим образом: несущие колонны установлены на пересечении буквенных и цифровых осей здания, балки, расположенные вдоль цифровых осей, отнесены к главным балкам, а вспомогательные балки перекрытия расположены вдоль буквенных осей (рисунок 1). Междуэтажные перекрытия и покрытие выполнено сталежелезобетонным с приведенной толщиной монолитной железобетонной плиты, устроенной по верхним поясам главных балок, – 100 мм. Совместность работы монолитной плиты с балками перекрытий и покрытия обеспечивается приваркой к верхней грани поясов балок стад-болтов, выполняющих функцию анкеров (рисунок 2).

Рисунок 2 – Стад-болты на балках и колоннах в сталежелезобетонных каркасах и жесткое сопряжение главной балки с колонной на накладках и высокопрочных болтах

Конструктивное решение узлов сопряжения вспомогательных балок с главными рассматривалось для двух статических вариантов: жесткое сопряжение, исключающее какой-либо поворот опорного сечения вспомогательной балки (рисунок 3) и шарнирное сопряжение, допускающее поворот опорного сечения в плоскости стенки двутавра вспомогательной балки (рисунок 4).

Рисунок 3 – Жесткий сварной узел сопряжения вспомогательной балки с главной балкой перекрытия

Рисунок 4 – Конструкция шарнирных узлов примыкания вспомогательных балок к главной балке перекрытия

Сопряжение главных балок с колоннами принято жестким на высокопрочных болтах с контролируемым усилием натяжения: фрикционное на накладках (рисунок 2) и фланцевое (рисунок 5). Сопряжение второстепенных балок с колоннами рассмотрено для двух статических схем: жесткое на сварке или шарнирное на болтах класса точности В (рисунок 5).

Рисунок 5 – Жесткий фланцевый и шарнирный узлы опирания балок на колонну каркаса

Пространственная жесткость здания обеспечивается монолитными дисками перекрытий и покрытия и монолитным ядром жесткости с толщиной стенок – 380 мм. В качестве поперечного сечения для всех элементов каркаса принят двутавр с параллельными гранями полок по ГОСТ 26020. Предварительно приняты следующие типоразмеры сечений: для несущих колонн – двутавр 40К1, для главных балок – двутавр 55Б1, для вспомогательных балок – двутавр 30Б1.

Наружные стены выполнены из газобетонных блоков с облицовкой красным керамическим кирпичом, внутренние перегородки – из силикатного и керамического кирпича.

В здании применены два типа пола: с покрытием из линолеума в жилых зонах и керамической плитки в санузлах, кухнях, на лоджиях и в общем коридоре. Нормативная полезная нагрузка для жилых помещений принималась 1,5 кН/м^2, а для общего коридора – 3 кН/м^2, для лоджии: на участке шириной 0,8 м вдоль ограждения – 4 кН/м^2, на остальной площади – 2 кН/м^2. Нормативная снеговая нагрузка на покрытие составила 1,25 кН/м^2.

В программном комплексе Лира САПР были построены два варианта расчетных моделей исследуемого объекта. В первом варианте расчетной схемы (рисунок 6) были применены шарниры в узлах крепления второстепенных балок к главным балкам и второстепенных балок к колоннам. Во втором варианте расчетной модели эти узлы приняты жесткими (рисунок 7). Узлы сопряжения главных балок с колоннами и колонн с фундаментами для обоих вариантов расчетных моделей принимались жесткими. Пластинчатым конечным элементам, моделирующим плиты перекрытий и покрытия, в предварительных расчетах каркаса для подбора сечений балок перекрытий и покрытия, задавалась нулевая жесткость, а нагрузка от собственного веса плит учитывалась в составе постоянной нагрузки. Введение таких конечных элементов обусловлено необходимостью учета раскрепления балок перекрытия при проверке их общей устойчивости.

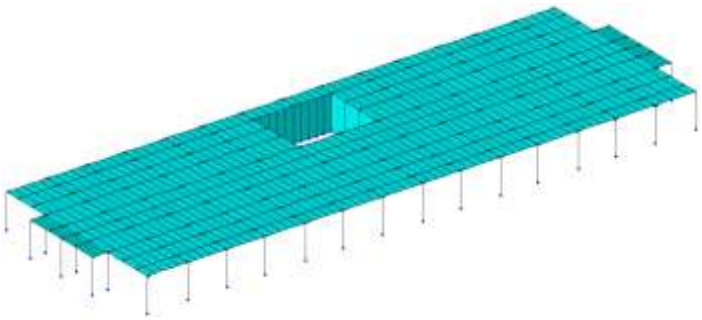


Рисунок 6 – Фрагмент первого варианта расчетной модели каркаса с шарнирным примыканием второстепенных балок к главным

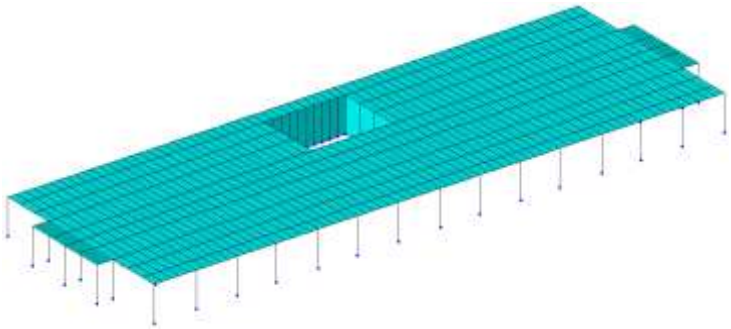


Рисунок 7 – Фрагмент второго варианта расчетной модели каркаса с жестким примыканием второстепенных балок к главным

В результате выполненных статических и конструктивных расчетов на действие постоянных и временных нагрузок [2] были определены расчетные сочетания усилий и сформированы таблицы рекомендуемых сечений балок перекрытий, обладающих достаточной несущей способностью по условиям прочности, устойчивости и жесткости для двух вариантов расчетных моделей, сравнительный анализ которых по расходу стали на балки перекрытия одного этажа, приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Расход стали на балки перекрытия одного этажа здания

Марка	Длина, м	Кол-во	Вариант 1		Вариант 2	
			Сечение	Масса, кг	Сечение	Масса, кг
Второстепенная балка						
ВБ1	1,35	10	12Б2 (10,4 кг/м)	140,4	14Б1 (10,5 кг/м)	141,75
ВБ2	3,6	52	30Б1 (32 кг/м)	5990,4	26Б1 (28 кг/м)	5241,6
ВБ3	3,475	22	26Б2 (31,2 кг/м)	2385,24	26Б1 (28 кг/м)	2140,6
ВБ4	3,325	30	30Б1 (32 кг/м)	3192	26Б1 (28 кг/м)	2793
ВБ5	3,3	22	30Б1 (32 кг/м)	2323,2	26Б1 (28 кг/м)	2032,8
ВБ6	3,5	22	26Б2 (31,2 кг/м)	2402,4	26Б1 (28 кг/м)	2156
Итого				16433,64		14505,75
Главная балка						
ГБ1	3,65	12	23Б1 (25,8 кг/м)	1130,04	23Б1 (25,8 кг/м)	1130,04
ГБ2	4,6	4	26Б1 (28 кг/м)	515,2	26Б2 (31,2 кг/м)	574,08
ГБ3	4,7	4	26Б1 (28 кг/м)	526,4	30Б1 (32 кг/м)	601,6
ГБ4	6,75	8	40Б2 (66 кг/м)	3564	40Б2 (66 кг/м)	3564
ГБ5	3,0	11	35Б1 (41,4 кг/м)	1366,2	35Б1 (41,4 кг/м)	1366,2
ГБ6	6,85	11	40Б2 (66 кг/м)	4973,1	40Б1 (56,6 кг/м)	4264,81
ГБ7	1,35	3	14Б1 (10,5 кг/м)	42,53	14Б1 (10,5 кг/м)	42,53
ГБ8	5,4	2	10Б1 (8,1 кг/м)	87,48	10Б1 (8,1 кг/м)	87,48
Итого				12204,95		11630,74
Общий итог				**28638,59**		**26136,49**

Анализ полученных результатов подбора сечений балок перекрытий жилого здания для двух вариантов расчетных моделей в программном комплексе Лира САПР показывает, что общий расход стали на балки перекрытия для первого варианта расчетной схемы с шарнирным сопряжением второстепенных балок с главными балками и колоннами превышает аналогичный расход для второго варианта расчетной схемы с жесткими узлами сопряжения второстепенных балок с главными балками и колоннами на 9,57%. Однако, следует отметить, что устройство жестких узлов сопряжения стальных конструкций каркасов требует повышенной точности изготовления конструкций при сварных стыках без накладок (рисунок 3) и повышенной трудоемкостью выполнения и металлоемкостью жестких стыков на

высокопрочных болтах (рисунки 2, 5). Окончательный вывод о выборе оптимальной расчетной схемы перекрытий стального каркаса может быть сделан в результате полного статического и конструктивного расчетов каркаса на все виды нагрузок, включая ветровую, и оценки трудоемкости его возведения.

Список литературы

1. О. В. Никулина, М. А. Воробьева Особенности реализации проектов жилых зданий на стальном каркасе/ Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: сб. материалов Всерос. науч.-метод. конф., Оренбург, 26-27 янв. 2023 г. / Оренбург. гос. ун-т; ред. А. В. Пыхтин. - Оренбург: ОГУ,2023. - С. 2758-2761

2. СП 20. 13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с изм. 1, 2, 3). [Электронный ресурс]: – URL: http://sniprf.ru/sp20-13330-2016 (дата обращения 17.01.2024)

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ СТАЛЬНЫХ РЕШЕТЧАТЫХ АРОК КРУГОВОГО ОЧЕРТАНИЯ

Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент,
Коломеец О.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Сводчатые цилиндрические покрытия по стальным аркам достаточно часто применяются в зданиях и сооружениях различного функционального назначения с малыми и большими пролетами, благодаря оптимальному сочетанию в этих конструкциях основных достоинств по сравнению с ферменными и балочными конструкциями: минимального веса и архитектурной выразительности [1].

Одним из ярких примеров конструктивной реализации такого покрытия является самая большая в Российской Федерации металлическая решетчатая пространственная арка пролетом 99 м в покрытии стадиона для хоккея с мячом в г. Хабаровске (рисунок 1). Шаг арок – 12 м. Пояса и решетка арки выполнены из профильной трубы. Отдельные отправочные элементы арки представляют собой четырехгранные фермы с параллельными поясами, соединяющиеся между собой на фланцах и высокопрочных болтах. Распор конструкции воспринимается двухветвевой затяжкой. Всего для покрытия было изготовлено двенадцать таких арок. В конструктивном плане Ледовый стадион в Хабаровске является уникальным сооружением для России.

Рисунок 1 – Монтаж покрытия по стальным решетчатым аркам стадиона для хоккея с мячом, г. Хабаровск

Применение профильной трубы для изготовления отправочных элементов решетчатых арок повышает их жесткость и долговечность эксплуатации, но ограничивает выбор варианта соединения отправочных марок только фланцевым соединением на высокопрочных болтах (рисунок 2), для которого требуется применение сталей, исключающих их расслоение при работе на растяжение в направлении перпендикулярном плоскости проката.

Рисунок 2 – Фланцевое соединение отправочных элементов арки из профильной трубы, г. Хабаровск

Аналогичное конструктивное решение несущих стальных арок реализовано в покрытии зрительной части летней эстрады детского лагеря отдыха в г. Анапа (рисунок 3).

Рисунок 3 – Покрытие зрительной части летней эстрады детского лагеря отдыха, г. Анапа

Распор арок в этом покрытии передается на фундамент без устройства затяжки, что приемлемо для конструкций небольших пролетов. Особенностью данного конструктивного решения несущих арок является применение вальцовки поясов отправочных элементов, необходимость которой обусловлена малым пролетом конструкции и устройством светопрозрачного ограждения из поликарбоната. Безусловно, вальцовка поясов отправочных элементов арки несколько повышает трудоемкость изготовления и, соответственно, стоимость конструкции, но позволяет реализовать арочную конструкцию с круговым очертанием без изломов в стыках отправочных элементов, являющихся концентраторами напряжений в деталях и сварных швах узловых соединений арки, что при небольших толщинах профилей оказывает существенное влияние на напряженное состояние элементов поясов и решетки арок.

Ограниченность применения таких конструкций в массовом строительстве продиктована сложностью реализации узловых соединений элементов решетки с вальцованными поясами без технологического оборудования с программным обеспечением. Так как самым простым способом обработки торцов профильных труб является их прямой рез, то, с учетом ограничений на величину зазора между соединяемыми элементами тавровых сварных соединений с односторонними угловыми швами, можно составить рекомендации по возможному соотношению между радиусом кривизны поясов круговой арки и максимальной шириной сечения профильной трубы элементов решетки, примыкающих к вальцованным поясам.

Ширина зоны контакта раскоса решетки арки с нижней гранью ее вальцованного пояса b определяется по формуле:

$$b = 2R \cdot \sin \alpha_1, \qquad (1)$$

где R – радиус кривизны нижней грани верхнего пояса арки;
α_1 – центральный угол, обозначенный на рисунке 4.

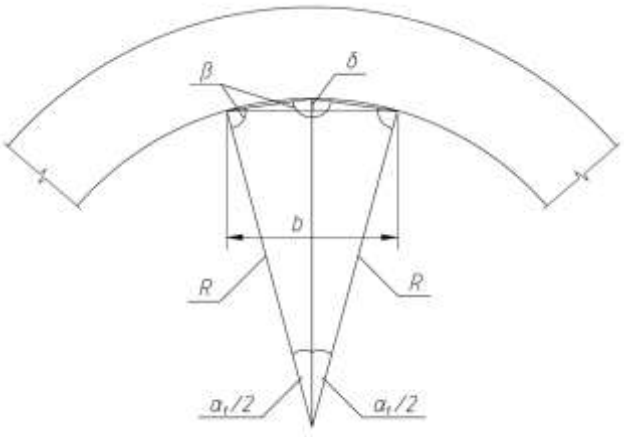


Рисунок 4 – Иллюстрация к определению ширины зоны контакта элемента решетки арки с вальцованным поясом

Величина максимального зазора (выгиба пояса) на участке шириной b определится из выражения:

$$\delta = \frac{b}{2 \cdot tg\beta} = \frac{b \cdot \cos\beta}{2 \cdot \sin\beta}, \qquad (2)$$

где $\beta = \frac{1}{2}(180^\circ - \alpha_1) = 90^\circ - \frac{\alpha_1}{2}$.

С учетом следующих зависимостей:

$$\cos(90 - \frac{\alpha_1}{2}) = \sin\frac{\alpha_1}{2};\ \sin(90 - \frac{\alpha_1}{2}) = \cos\frac{\alpha_1}{2};\ \sin\alpha_1 = 2\sin\frac{\alpha_1}{2} \cdot \cos\frac{\alpha_1}{2},$$

после преобразования формулы (2) получим:

$$\delta = 2R \cdot \sin^2\frac{\alpha_1}{2}. \qquad (3)$$

Полученные зависимости (1) и (3) позволяют, при установленном ограничении на максимальный зазор между соединяемыми в узле элементами решетки и вальцованным поясом арки, определить максимально допустимую ширину зоны контакта и предельную высоту сечения профильной трубы раскоса, при которой возможен прямой рез торцов элемента. Так, например: при максимальном зазоре $\delta = 1$мм, установленном для сварного таврового соединения с односторонними угловыми швами элементов толщиной не более трех миллиметров [2], для верхнего пояса арки с радиусом кривизны его нижней грани $R = 6000$мм, при угле наклона раскоса к касательной к поясу в узле равном 45°, максимальная высота сечения профильной трубы раскоса, для возможности прямого реза ее торцов, составляет 109,5 мм, что соответствует сечению квадратной трубы 100х100 мм [3]. Величины предельных значений габаритных размеров поперечных сечений профильных труб раскосов арок с различными геометрическими параметрами приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Предельные значения высоты сечения профильной трубы раскосов решетчатой круговой арки, мм

R, мм	$\delta = 1$мм ($t \le 3$мм)		$\delta = 2$ мм (t >3мм)	
	Угол наклона раскоса к касательной к поясу арки в узле		Угол наклона раскоса к касательной к поясу арки в узле	
	45°	30°	45°	30°
3000	109,5 (100)*	77,4 (70)	154,8 (150)	109,7 (100)
6000	154,9 (150)	109,5 (100)	219,07 (200)	154,9 (150)
15000	245,0 (200)	173,5 (160)	346,39 (300)	244,94 (200)

*Числа в скобках соответствуют размеру сечения квадратной трубы по [3].

Аналогично можно получить предельные значения габаритных размеров сечений раскосов из профильной трубы для любых фактических геометрических параметров решетчатой арки.

Полученные результаты могут быть использованы проектировщиками несущих металлических решетчатых круговых арок с вальцованными поясами для обеспечения надежного сварного соединения элементов решетки с поясами. Превышение предельных значений габаритных размеров сечений раскосов из профильной трубы приведет к увеличению зазора между соединяемыми элементами и, соответственно, к снижению несущей способности сварных угловых швов.

Список литературы

1. Щербина В.А. Рациональная форма легких арочных конструкций / В.А. Щербина, Г.И. Артебякина, Ф.А. Мамутов. – Текст // Молодой ученый. – 2016. –№ 26 (130). – с.101-105. – URL: https://moluch.ru/archive/130/36033/ (дата обращения: 08.01.2024)

2. ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры // [Электронный ресурс]. – URL: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294852/4294852769.pdf (дата обращения: 08.01.2024)

3. ГОСТ Р 54157-2010 Трубы стальные профильные для металлических конструкций. Технические условия // [Электронный ресурс]. – URL: https://files.stroyinf.ru/Data/508/50815.pdf (дата обращения: 08.01.2024)

ВАРИАНТЫ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ПЕШЕХОДНОГО МОСТА ЧЕРЕЗ РЕКУ САКМАРА В СЕЛЕ НОВОГАФАРОВО ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент,
Хазиахметов В.Р.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

При проектировании пешеходного моста основной задачей является принятие наиболее рациональных конструктивных решений с точки зрения обеспечения безопасного преодоления пешеходами естественных или искусственных препятствий. При этом, сооружение должно быть устойчивым к различного рода нагрузкам и воздействиям, негативному влиянию атмосферных и климатических факторов, наносить минимальный вред окружающей среде и органично вписываться в окружающий ландшафт.

Целью данной работы является анализ вариантов конструктивного решения пешеходного моста через реку Сакмара в селе Новогафарово Оренбургской области.

По желанию администрации района, в котором расположен населенный пункт, пешеходный мост должен быть металлическим и перекрывать русло реки Сакмара при максимальном разливе, что соответствует безопорной пролетной конструкции моста длиной 75 метров. На рисунке 1 приведен эскизный вариант будущего сооружения, созданный заказчиком.

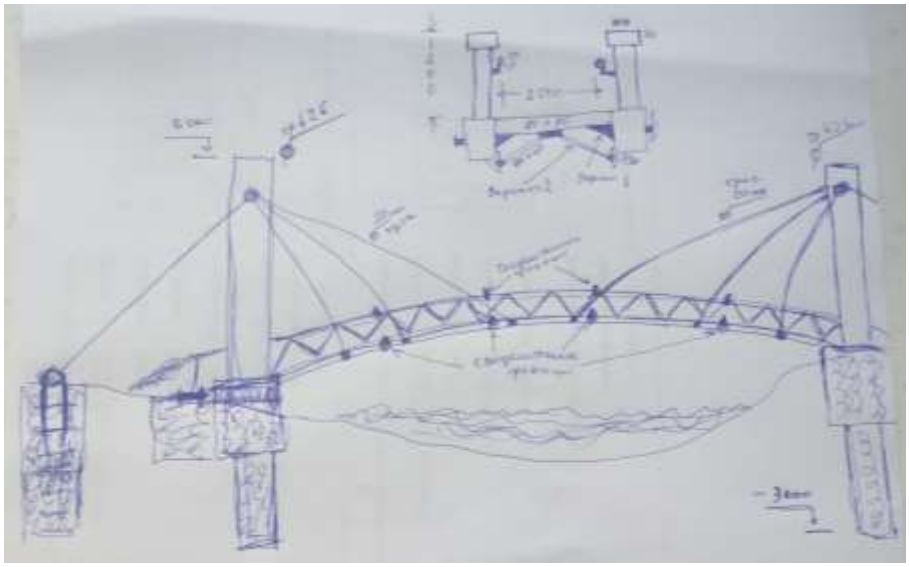


Рисунок 1 – Эскизное предложение заказчика проекта по варианту конструктивного решения пешеходного моста в селе Новогафарово

В предлагаемом варианте конструктивного решения вантового пешеходного моста все тросы крепятся к опорным пилонам в одной точке, создавая систему «пучок» [2]. При высоте пилонов шесть метров и ограничении на минимальный угол наклона вант (30°), средняя неподкрепленная часть пролетной конструкции будет иметь длину более 50-ти метров, что приведет к существенному увеличению ее габаритной высоты. Для более равномерного включения в работу пролетной конструкции моста с сохранением предлагаемого варианта конструктивного решения, необходимо увеличить высоту опорных пилонов до 12-ти метров, что позволит разделить пролетную конструкцию на три части длиной 24–27–24 метра. Такое конструктивное решение имеет аналогию с пешеходным мостом через реку Урал в г. Оренбурге, за исключением схемы закрепления вант на несущих пилонах: в мосте через реку Урал в г. Оренбурге ванты не имеют общих точек закрепления на пилонах и располагаются параллельно – так называемая система «арфа» (рисунок 2).

Рисунок 2 – Пешеходный мост через реку Урал в г. Оренбурге

Кроме того, в отличие от пешеходного моста через реку Урал в г. Оренбурге, в предлагаемом эскизном решении моста через реку Сакмару в селе Новогафарово необходимо устройство анкерных фундаментов для крепления оттяжек, расположенных вне пролетной конструкции. Также следует отметить, что в эскизном предложении заказчика проекта моста пешеходное полотно имеет криволинейную форму, что существенно снижает безопасность перемещения людей по мосту в зимний период.

В качестве другого варианта конструктивного решения пешеходного моста при сохранении рекомендованных габаритов по высоте и ширине может

быть рассмотрен висячий мост с провисающим несущим тросом между пилонами, на котором закреплены подвески, поддерживающие пролетную конструкцию. Примером такого конструктивного решения является Крымский мост через Москва-реку в г. Москве (рисунок 3). Основные тросы или жесткие ванты продолжаются за пилонами и закрепляются на уровне земли к анкерным фундаментам. Также продолжение несущих тросов за пилонами может использоваться для поддержки двух дополнительных пролётов. Очевидным преимуществом такого конструктивного решения, особенно для стальных пешеходных мостов с небольшой полезной нагрузкой, является их небольшая высота и малый расход стали. Однако приведенные достоинства могут способствовать, в свою очередь, проявлению очень существенного недостатка, ограничивающего область применения такого конструктивного решения. Основным недостатком висячих и подвесных мостов с металлической пролетной частью является их высокая деформативность [2], требующая дополнительных мероприятий, повышающих жесткость и исключающих явление резонанса при динамическом воздействии ветра на сооружение. Кроме того, висячие и подвесные мосты плохо сопротивляются несимметричным локальным нагрузкам. С целью повышения жесткости подвесных мостов дорожное полотно, например, усиливают продольными балками или фермами.

Рисунок 3 – Крымский мост, г. Москва

В качестве другого альтернативного варианта конструктивного решения пешеходного моста можно рассмотреть арочную сегментную пролетную конструкцию с горизонтальным пешеходным полотном, аналогичную, например, конструкции Пантелеймоновского моста в Санкт-Петербурге (рисунок 4).

Особенностью арочного моста такой конструкции является необходимость устройства массивных опор, способных воспринять распор пролетных арок [3]. Из статики сооружений известно, что арочная конструкция

наиболее эффективно работает при высокой стреле подъема (при отношении *f*/*l*=1/3–1/5), но такая стрела подъема требует устройства высоких опор (в рассматриваемом варианте пролета – 15÷25 метров) и соответствующих размеров фундаментов, расход материала на которые многократно превышает аналогичный расход для мостов с балочными пролетными конструкциями [1]. Поэтому в реальной практике строительства может быть обоснована эффективность применения арочной конструкции мостов по сравнению с балочными при высоте опор не более двух метров. Кроме того, особенность такого конструктивного решения моста требует расположения опор на одном уровне, или устройства протяженного подхода со стороны более низкого берега реки, что также приводит к удорожанию всего сооружения.

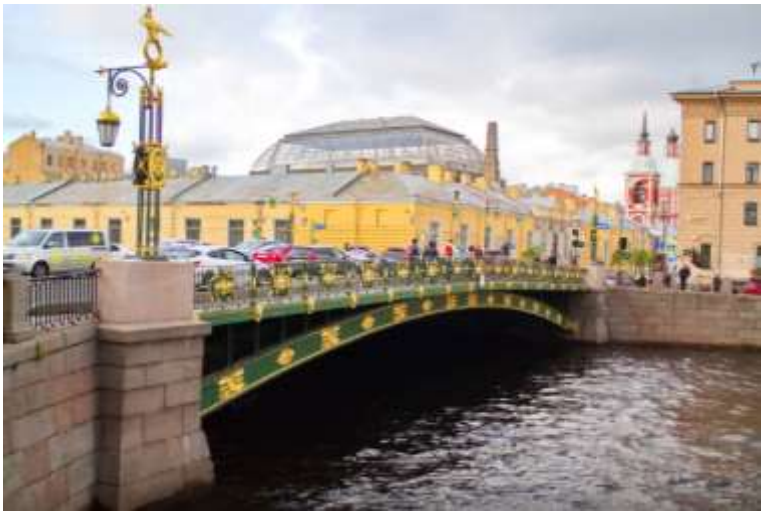


Рисунок 4 – Пантелеймоновский мост в г. Санкт-Петербурге

Наиболее оптимальным вариантом конструктивного решения пешеходного моста через реку Сакмара с берегами разной высоты может оказаться несимметричная конструкция вантового моста с односторонним пилоном, на котором закрепляется «пучок» тросов, поддерживающих пролетную конструкцию и оттяжка, закрепленная на продолжающейся конструкции полотна (рисунок 5).

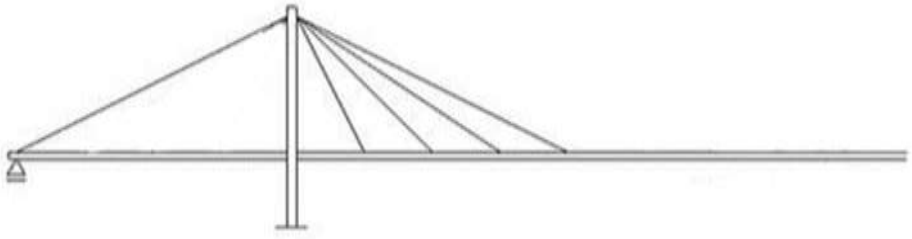


Рисунок 5 – Схема несимметричного вантового моста с односторонним пилоном

Пешеходное полотно в конструкции моста левее пилона может не устраиваться: достаточно закрепить оттяжки на анкерных фундаментах, как это рекомендуется в эскизном варианте, предлагаемом заказчиком проекта. С учетом ограничения минимального угла наклона вант, высота одностороннего пилона в этом случае может составлять около 20-ти метров, а пролет свободной от промежуточных закреплений части пешеходного полотна – 37 метров.

Безусловно, выбор варианта конструктивного решения пешеходного моста через реку Сакмара в селе Новогафарово Оренбургской области представляет собой сложную многофакторную задачу, решение которой возможно только после выполнения расчетов предлагаемых схем сооружения на действие всех видов нагрузок и воздействий, определения расхода материалов на них и профессиональной оценки дизайнеров и архитекторов.

Список литературы

1. Бычковский Н.Н. Металлические мосты [Текст] / Н.Н. Бычковский, А.Ф. Данковцев. – Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2005. Ч.1 – 364 с.
2. Качурин, В. К. Проектирование висячих и вантовых мостов [Текст] / В. К. Качурин, А. В. Брагин, Б. Г. Ерунов. – Москва: Транспорт, 1971. – 280 с.
3. Гибшман Е.Е. Проектирование металлических мостов [Текст] – М.: Транспорт, 1969. – 416 с.

СРАВНЕНИЕ МЕТАЛЛОЕМКОСТИ СТРОПИЛЬНЫХ ФЕРМ ОДНОЭТАЖНОГО ТРЕХПРОЛЕТНОГО ЗДАНИЯ ДЛЯ НЕРАЗРЕЗНОЙ И РАЗРЕЗНОЙ СХЕМ ПОКРЫТИЯ

Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент,
Шаферстов И.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Определяющим фактором при принятии конструктивного решения каркаса здания является технико-экономическое обоснование, включающее затраты на материалы, из которых изготовлены конструкции. В рассматриваемом варианте трехпролетного каркаса одноэтажного здания склада (рисунок 1) все элементы изготовлены из стали, поэтому за основной критерий эффективности конструкций принята их металлоемкость. Задача проектировщика состоит в выборе оптимального варианта конструктивного решения каркаса, обеспечивающие наименьшую металлоемкость при допустимом запасе прочности, устойчивости и жесткости от действия наиболее неблагоприятных сочетаний нагрузок и воздействий.

Основной особенностью рассматриваемого здания являются грунтовые условия: оно возведено на насыпных грунтах, которыми был заполнен бывший карьер. В проекте, реализованном при строительстве здания, предусмотрено жесткое сопряжение стропильных ферм с надколонниками, то есть ригель поперечной рамы – неразрезной. С учетом того обстоятельства, что при непродолжительной эксплуатации здания и появлении неравномерных осадок опор при действии постоянных и временных нагрузок возникла аварийная ситуация с несколькими стропильными конструкциями, авторами была поставлена задача найти вариант конструктивного решения каркаса, менее чувствительного к осадкам опор без существенного увеличения металлоемкости стропильных ферм.

Из курса строительной механики известно, что в неразрезных фермах с жесткими узлами их сопряжения на опорах из-за уменьшения пролетных моментов по сравнению с разрезной схемой и шарнирным опиранием ферм на колонны уменьшаются усилия в поясах. Но при этом нужно иметь в виду, что в приопорных панелях стропильных ферм для неразрезной схемы изменяется знак усилий: в нижних поясах эти панели оказываются сжатыми, а в верхних – растянутыми, что нужно учитывать не только при подборе сечений поясов стропильных ферм, но и при проектировании связей по покрытию, от которых зависят расчетные длины панелей поясов из плоскости стропильных конструкций.

В работе рассмотрено два варианта конструктивного решения и, соответственно, две расчетные схемы поперечной рамы одноэтажного трехпролетного здания склада: первый вариант (проектный) – с жестким

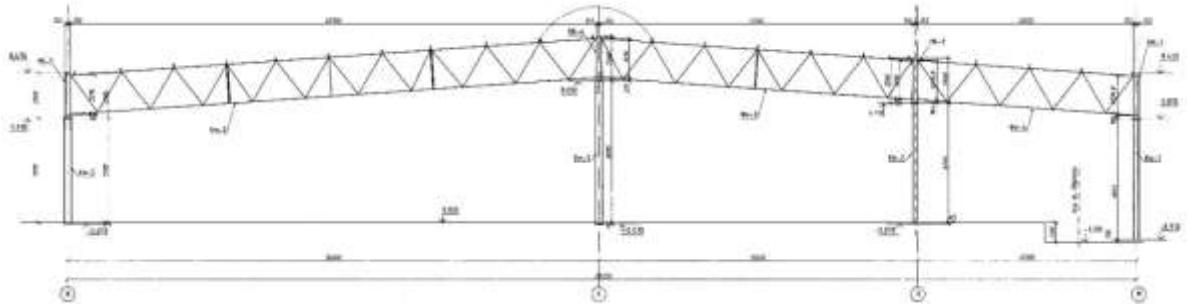
присоединением стропильных ферм к надколонникам верхним и нижним поясами и шарнирным соединением надколонника с колонной, второй – с шарнирным опиранием верхних поясов ферм на колонны. Расстояния между осями поясов стропильных ферм и типы сечений их элементов приняты одинаковыми: расстояние между осями – 2210 мм, сечения элементов – парные прокатные уголки [1].

При выполнении статического расчета в программном комплексе ЛИРА-САПР рассмотрена плоская бесфонарная поперечная рама. Нагрузка на фермы от продольного арочного и прямоугольных односкатных зенитных фонарей прикладывалась в виде сосредоточенных сил в узлах установки контурных балок продольного арочного фонаря и прогонов, на которые опираются конструкции зенитных фонарей. Для определения постоянной и снеговой нагрузки от фонарей в программном комплексе ЛИРА-САПР были построены и рассчитаны: плоская сегментная рама продольного фонаря и пространственная модель зенитного односкатного фонаря с прямоугольным основанием (рисунок 2).

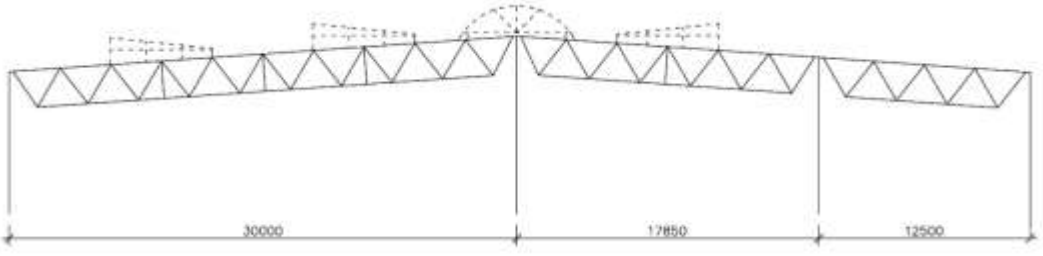
В расчетной схеме поперечной рамы здания учтены следующие нагрузки:

- постоянная (собственный вес стропильных ферм, прогонов, кровельного пирога и конструкций фонарей);
- снеговая – варианты с равномерным и неравномерным загружениями: при определении снеговой нагрузки учитывались зоны повышенных отложений снега на прифонарных участках покрытия;
- ветровая (с учетом направлений давления ветра слева-направо и справа-налево);
- осадки опор (приняты по результатам геодезического мониторинга для рамы с наибольшей разницей осадок в поперечном направлении) [1, 2,].

а)



б)



а – первый (проектный) вариант поперечной рамы с неразрезным ригелем; б – второй вариант поперечной рамы с разрезным ригелем

Рисунок 1 – Поперечный разрез рассматриваемого здания

а) б)

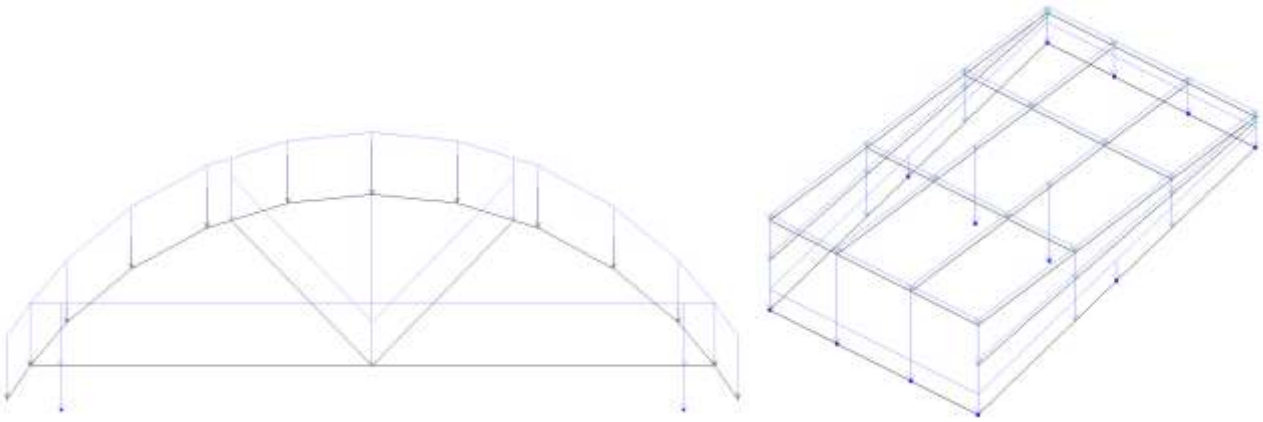


Рисунок 2 – Расчетные модели продольного (а) и зенитного (б) фонарей

В результате статического расчета поперечных рам каркаса здания для двух вариантов расчетных схем в программном комплексе ЛИРА-САПР сформированы таблицы расчетных сочетаний усилий (РСУ) и определены значения расчетных продольных усилий в элементах ферм (рисунок 3 и таблица 1).

Таблица 1 – Значения максимальных продольных усилий в элементах фермы пролетом 30 м, кН

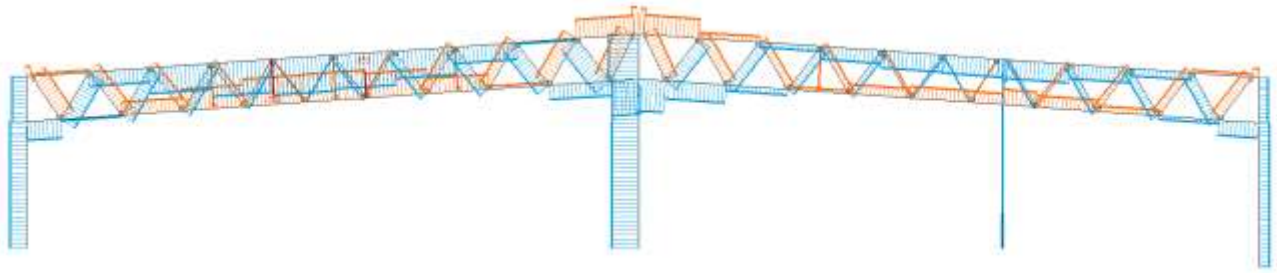
1 вариант					2 вариант			
Верхний пояс	Нижний пояс		Раскосы		Верхний пояс	Нижний пояс	Раскосы	
	сжатый	растянутый	сжатый	растянутый			сжатый	растянутый
-777,7	-679,5	764,2	-411,8	387,6	-1079,7	1109,5	-394,6	379,8

Подбор сечений элементов фермы пролетом 30 выполнялся по максимальным значениям расчетных усилий соответствующих знаков: для растянутых элементов – из условия прочности, а для сжатых – из условия устойчивости в плоскости и из плоскости конструкции. При этом для нижнего пояса неразрезной фермы учитывалось растягивающее усилие в средних панелях и сжимающее усилие в панелях у опоры. Расчетные длины элементов поясов и опорных раскосов в плоскости фермы принимались равными их геометрическим длинам (расстоянию между смежными узлами). Для промежуточных раскосов расчетные длины в плоскости фермы получены умножением их геометрических длин на коэффициент 0,8. Расчетные длины из

плоскости фермы для раскосов принимались равными их геометрической длине, а для поясов – расстоянию между узлами, закрепленными от смещения из плоскости фермы связями [3]. Следует отметить, что элементами, раскрепляющими нижние пояса ферм из их плоскости в первом (проектном) варианте конструктивного решения каркаса здания, являются только растяжки, установленные в середине пролета, следовательно, за расчетную длину сжатых панелей нижнего пояса фермы должна быть принята половина ее пролета.

Результаты подбора сечений элементов стропильной фермы для двух вариантов конструктивного решения каркаса приведены в таблице 2.

а)



б)

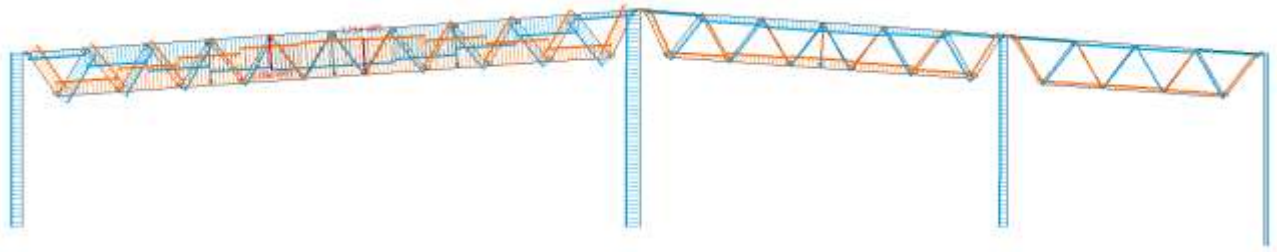


Рисунок 3 – Эпюры продольных усилий стержней первого (а) и второго (б) вариантов расчетной схемы для наиболее неблагоприятного сочетания нагрузок

Таблица 2 – Подобранные сечения для фермы пролетом 30 м для двух вариантов схемы

Тип элемента	1 вариант	2 вариант
Верхний пояс	Два уголка 160х10	Два уголка 160х11
Нижний пояс	Два уголка 250х16	Два уголка 100х10
Раскосы	Два уголка 90х7	Два уголка 90х6

Следует обратить внимание на то обстоятельство, что поперечное сечение нижнего пояса первого варианта конструктивной схемы с неразрезным ригелем

может быть меньше, если уменьшить расчетную длину сжатой крайней панели при расчете на устойчивость из плоскости фермы. Такая возможность появляется при условии устройства вдоль крайних панелей ферм продольных связей: в этом случае расстояние между раскрепленными узлами становится равным геометрической длине крайней панели – 4,5 метрам и сечение нижнего пояса, удовлетворяющее условию устойчивости из плоскости фермы, может быть принято из спаренных уголков 125х12 [4]. Такой вариант изменения проектной связевой системы покрытия (вариант 1 поперечной рамы) при определении металлоемкости фермы пролетом 30 метров принят как вариант 3.

На основании полученных результатов подбора сечений элементов стропильной фермы пролетом 30 метров для трех вариантов конструктивных схем покрытия трехпролетного здания склада, определена масса ферм и расход стали на их изготовление на один квадратный метр площади горизонтальной проекции покрытия. При этом, значение общей массы ферм определено умножением суммарной массы всех элементов с их геометрическими длинами на коэффициент 1,1, учитывающий массу деталей узлов и соединений.

Таблица 3 – Определение металлоемкости стропильных ферм пролетом 30 метров

Тип элемента	1 вариант	2 вариант	3 вариант
Верхний пояс, кг	740,1	810,6	643,5
Нижний пояс, кг	1846,5	407,7	519
Раскосы, кг	514	444,16	514
Общая масса фермы (с учетом массы деталей узлов и соединений), кг	6821,33	3657,4	3688,31
Расход стали, кг/м^2	37,9	20,32	20,49

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что вариант 2 с шарнирным закреплением ферм на колоннах является наименее металлоемким. Кроме того, второй вариант конструктивной схемы поперечной рамы с разрезным ригелем обеспечивает наименьшую чувствительность стропильных ферм к неравномерным осадкам опор, что очень важно для фактических грунтовых условий исследуемого объекта. Разница в показателе расхода стали на квадратный метр горизонтальной проекции покрытия с первым вариантом, реализованном в проекте, составила 86,52%, а с третьим вариантом – незначительная разница: 0,84%. Однако, следует учесть, что для окончательных выводов об оптимальном конструктивном решении покрытия с точки зрения наименьшей металлоемкости конструкций, необходимо определить полный расход стали на покрытие с учетом существующих и дополнительных связевых элементов.

Список литературы

1 Никулина О. В. Влияние статической схемы стального каркаса одноэтажного многопролетного здания на работу его элементов при строительстве в сложных грунтовых условиях / О. В. Никулина, И. А. Шаферстов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции, Оренбург, 26–27 января 2023 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2023. – С. 2775-2779.

2 СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изм. № 1, 2, 3) [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/456044318 (дата обращения: 12.01.2024)

3 СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81* (с Изм. № 1, 2, 3, 4) [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/456069588 (дата обращения 12.01.2024)

4 ГОСТ 8509–93. Уголки стальные горячекатаные равнополочные. Сортамент [Текст]. – Введ. 1997–01–01. – М.: Издательство стандартов, 1996; М.: Стандартинформ, 2005. – 11 с.

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ НАУЧНЫХ РАЗРАБОТОК В МЕТОДАХ РАСЧЁТА ПРИТОКА ТЕПЛА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС УНИВЕРСИТЕТА

Оденбах И.А., канд. пед. наук
Федеральное государственное бюджетноеобразовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Развитие всех сфер жизни влечёт за собой потребность в выпускниках с компетенциями 21-ого века и развитие новых подходов обучения в образовательном пространстве высшего учебного заведения. Трансформация образования подразумевает переход к персонализации образовательного процесса с применением технологий, которые дадут возможность внедрять новые модели организации учебной деятельности и требуют качественного обновления высшего образования; учебно-методических материалов, инструментов; моделей организации учебной деятельности. Эти требования вносят изменения в деятельность участников учебного процесса, имеет довольно противоречивый характер. Тестов В.А., обсуждая методологические проблемы трансформации образования, среди прочих отмечает потребность «разработки инструментария, влияющего на качество высшего образования и развитие личности обучающегося». Вышесказанное даёт основания для изучения процесса трансформации высшего образования на технических профилях. Внимание в трансформации высшего образования отводится специальным дисциплинам, позволяющим вывести высшее образование на достаточно высокий уровень и развить компетенции 21-ого века в подготовке инженеров, архитекторов, дизайнеров технических профилей. Ключевая позиция в таком образовании отводится внедрению новых моделей обучения. Также вопросом трансформации высшего образования является степень включения в учебный процесс образовательных технологий. Трудности их внедрения в преподавание специальных технических дисциплин связаны с тем, что немаловажную роль играет логическое мышление, умение проводить доказательства, применять нормативные документы и строго обосновывать выбранные проектные решения. Также, как отмечается в работах учёных, многие расчётные и проектные операции, изучаемые в высших учебных заведениях, выполняются специальными соответствующими компьютерными программами. Кондар Вольфрам задаётся вопросом: «Чему учим, когда компьютеры делают все решения?», и пытается на него ответить, анализируя связь с реальным миром, а именно: понимание того, где что применимо; преобразование практических задач и их решение; интерпретация полученных результатов. Поэтому внедрение в учебный процесс образовательных технологии необходимо осуществлять с учётом особенностей обучения специальным инженерным дисциплинам.

Алгоритмы расчётов, разработанные автором, применяются у обучающихся по профилю «Дизайн среды» при изучении дисциплин «Строительная физика в дизайне среды» на практических занятиях при изучении основных понятий светотехники, естественного освещения, искусственного освещения, а также темы «Солнце и архитектура». Обучающиеся по направлениям подготовки Архитектура и Дизайн архитектурной среды применяют авторские разработки при изучении дисциплин «Архитектурная физика» в лабораторных работах при измерениях естественной освещённости помещений в натурных условиях и при определении в натурных условиях общего коэффициента светопропускания окна.

Для достижения комфортного температурного режима и минимизации энергопотребления и затрат на отопление, вентиляцию и кондиционирование (ОВК) необходимо определить количество солнечной энергии, поступающей через решёточные смарт-окна. Рассмотрим в данной статье только методологию, которая отличается от таковой для всех других типов окон, включая традиционные смарт-окна. С учётом закона косинусов Ламберта И.Г. и площади окна для расчёта суммарной прямой и рассеянной солнечной радиации, прошедшей через решёточное смарт-окно, в качестве первичной составляющей теплопритока от солнечной радиации [1, 2] получаем:

$$I_w = F_w \cdot (DNI\tau_{cor} + 0{,}5DHI\tau_d + 0{,}5\rho GHI\tau_d), \quad (1)$$

где I_w – поток солнечной энергии через решёточное смарт-окно за один расчётный час, Вт · ч. Множители 0,5 были получены в соответствии с изотропной моделью рассеянного излучения путём деления пополам диффузной горизонтальной освещенности *DHI* при переходе к диффузной освещённости вертикального окна и деления пополам общей горизонтальной освещённости *GHI* для определения её части, отражённой от земли, падающей на вертикальное окно.

Скорректированный коэффициент пропускания солнечной энергии τ_{cor} рассчитывается по уравнению при среднем натуральном коэффициенте поглощения стекла α_a в диапазоне длин волн от 300 до 2500 нм. Теоретический коэффициент пропускания рассчитывается из уравнений для всех материалов, учитывая, что солнечная энергия может передаваться через материалы со 100%-ным поглощением видимого света. τ_{chr1} и τ_{chr2} – коэффициенты направленного пропускания солнечной энергии при нормальном падении поглощающих полос входной и выходной решёток, соответственно. Коэффициент диффузного пропускания τ_d рассчитывается для всех материалов по уравнению с аналогичными значениями α_a, τ_{chr1} и τ_{chr2}, что и для скорректированного коэффициента пропускания солнечной энергии τ_{cor}.

Попадающая внутрь помещения часть поглощенной оконными стёклами солнечной радиации как вторичная составляющая теплопритока от неё, а также поток тепла за счёт теплопередачи через окно за счёт разницы внутренней и наружной температур рассчитываются известными методами, принимая во внимание соотношение площадей окон с непропускающими и пропускающими

(хромогенными) полосами обеих решёток, коэффициент поглощения, излучательную способность и теплопроводность материалов тонкоплёночных полос и их толщин.

В отличие от метода с применением изотропной модели [1, 2], получим формулу для расчёта притока тепла от солнечной радиации по анизотропной модели, определяя коэффициенты с добавлением коэффициента k_w, учитывающего конструктивные потери пропускания окна, с дифференцированным учётом рассеянного излучения, отражённого от фасадов противостоящих зданий и поверхности земли:

$$I_w = k_w \cdot F_w \cdot (\tau_{cor} DNI + \frac{\tau_d}{180^\circ}\left\{0{,}677\varepsilon_s DHI[1 + cos^2\theta sin^3(90^\circ - h)] + + 0{,}5\rho_b\varepsilon_b DHI + 0{,}5\rho\varepsilon_g GHI[1 + sin^2(\frac{90^\circ - h}{2})|\cos\alpha\,|]\right\} \quad 2)$$

Для смарт-окна с хромогенными решётками расчёты значений *sDA* и *ASE* выполняют, учитывая, что эти материалы имеют разные коэффициенты пропускания в осветленном и окрашенном состояниях. Для этого значения освещённости рассчитываются для вертикальных и горизонтальных плоскостей и с учётом разных значений коэффициентов пропускания в разных режимах по месяцам с учётом переключения между этими режимами. Для оптимального годового регулирования светопропускания [3] эти окна переключаются между этими двумя режимами в зависимости от изменения наружной температуры и/или других параметров окружающей среды, или принудительно, например, электрохромные окна и другие, которые управляются электрически).

Учёт внутреннего притока тепла от освещения, находящихся в помещении людей и оборудования для помещений с решёточными смарт-окнами не отличается от такового для обычных помещений. Для помещения с несколькими окнами суммируются значения всех показателей освещённости и приходящей солнечной энергии, рассчитанные для каждого окна с учётом его типа, включая и обычные окна без решёточных фильтров, азимута и прочих влияющих параметров.

Несмотря на положительные отзывы обучающихся на применение образовательных технологий, в исследовании отмечено, что при любой форме обучения необходимо повышать мотивацию и критическое мышление обучающихся, вырабатывать более ответственный подход к обучению. Многочисленные исследования показывают, что применение инноваций в системе высшего образования должно рассматриваться как форма, дополняющая и усиливающая обучение «лицом к лицу», а не только изучение материала по методической литературе.

Занятия проводились с обучающимися в аудитории с разработанной автором лабораторной установкой. Применение разработанной автором лабораторной установки при изучении некоторых тем на практических и лабораторных занятиях оказалось полезным и оправданным. Данная технология позволяет сделать учебный материал более наглядным, позволяет оценить логику рассуждений обучающегося, происходит расширение возможностей

изучения данной темы и улучшение функциональности, позволяет отследить результаты студентов, их активность и регулярность выполнения работ; улучшается запоминание, понимание и применение теоретического материала, так как обучающиеся наглядно видят процесс.

Приведенный пример демонстрирует положительную сторону – улучшение образовательного процесса, дополняет методы закрепления знаний, а за счёт наглядности получаемых результатов улучшают понимание смысла решаемых задач. У обучающихся появляется возможность оформить решаемую задачу, упростив визуализацию результатов и сдачу выполненной работы. На лабораторной установке наглядно отображаются производимые обучающимися изменения параметров света, что позволяет анализировать и отображать полученные результаты. в 2D(3D)-изображениях или видео. При выполнении практического или лабораторного задания обучающиеся могут совместно осуществлять работу над поставленной педагогическим работником задачей, вносить поправки.

За счёт визуализации улучшается понимание смысла и назначения поставленной педагогическим работником задачи инженерного спец. курса; создаются условия для организации учебного процесса, который нереализуем без её применения, преобразуется её функциональность. Такая образовательная среда высшего учебного заведения помогает организовать персонализированное обучение, контролировать деятельность обучающихся на аудиторном занятии. Такой подход показал положительный эффект и одобрен большей частью обучающихся, что подтверждено результатами опросов, проводившихся за период с 2022 по 2023 г.г. Обучающиеся отмечают, что ничто не отвлекает их внимание, а помогать сосредоточиться и освоить необходимые соответствующие понятия, помогает улучшать академическую успеваемость.

Таким образом, в статье демонстрируется опыт внедрения авторских научных разработок, применяемых в подготовке инженеров, архитекторов и дизайнеров технических профилей.

Список литературы

1. Zakirullin, R.S. Simulating annual autoregulation of daylight by grating smart window with angular-selective transmission / R.S. Zakirullin, I.A. Odenbakh // Journal of Building Performance Simulation, 2023. doi:10.1080/19401493.2023.2256690

2. Закируллин, Р.С. Моделирование притока тепла от солнечной радиации через решёточные смарт-окна / 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.

3. Закируллин, Р.С. Оптический фильтр для смарт-окна с угловым селективным светопропусканием / Р.С. Закируллин // Оптический журнал, 2019. – N 86(5). – С. 23-29. Версия на англ.: Zakirullin, R.S. Optical filter for smart windows with angle-selective light transmission / R.S. Zakirullin // J. Opt. Technol., 2019. – N 86. – P. 278-283.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЗЛОВ СОЕДИНЕНИЯ ТОНКИХ СТАЛЬНЫХ ЛИСТОВ С ДЕРЕВЯННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Жаданов В.И., д-р техн. наук, профессор,
Пересыпкина В.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Строительство является одним из трудоёмких сфер деятельности человека, которое характеризуется, в первую очередь, крупными капиталовложениями и большими материалозатратами. Снижение материалоёмкости, при этом сохранение и повышение технико-экономической эффективности строительных конструкций, представляет собой одно из главных направлений развития современной науки в строительстве [1]. Исследование опыта и научно-технических разработок в этой области, как отечественных, так и зарубежных, показало, что грамотное соединение полезных свойств разномодульных элементов при создании новых конструкций приводит к значительному снижению использования материальных ресурсов, по сравнению с мономатериалами (такими как бетон, сталь и дерево).

Самым ярким примером строительных конструкций, выполненных на основе разномодульных материалов, являются конструкции из железобетона. Железобетонные здания и сооружения уже не первое столетие доказывают всю эффективность использования двух различных по своим механическим характеристикам материалов, совместно воспринимающих различные силовые воздействия. Также характерными образцами являются металлодеревянные фермы и арки, балки с деревянными поясами и с перфорированной, плоской или волнистой стенками из тонколистовой стали, фанеры, OSB, LVL. Обладая неопровержимыми преимуществами перед конструкциями из мономатериалов, вышеперечисленные примеры несущих строительных элементов не лишены и некоторых значительных недостатков. Среди них - высокая трудоемкость при изготовлении, возможные трудности при сборке, ограниченная несущая способность. Для устранения данных недостатков предлагается интегрировать в практику строительства облегченные конструкции, основанные на тонких стальных листах, работающих совместно с деревянным каркасом. Перспективность данного направления исследований уже подтверждена предыдущими разработками [2].

При решении задачи разработки совмещенных конструкций с обшивками из тонких стальных листов основной проблемой является обеспечение совместной работы данных обшивок с деревянным каркасом, которая определяется жесткостью соединяемых элементов при их работе на сдвиг. Как правило, применяют всевозможные механические связи в виде гвоздей, винтов, дюбелей и т.п., отличающиеся определенной степенью податливости. Несомненно, что эту податливость необходимо учитывать при определении приведенных геометрических характеристик расчетных поперечных сечений.

Однако, до настоящего времени в нормативной и научно-технической литературе отсутствуют сведения о величинах сдвиговой податливости соединений тонких стальных листов с массивом древесины в зависимости от типов примененных связей, что не позволяет объективно выполнять расчеты рассматриваемого класса разномодульной конструкции на прочность и жесткость с учетом податливости связей.

В связи с вышеизложенным исследование степени жесткости (податливости) соединений тонких стальных листов с деревянным каркасом является на современном этапе актуальной задачей. С целью оценки степени деформативности соединений тонких стальных листов с деревянным каркасом, выполненных на различных типах механических связей, были проведены статические испытания кратковременной нагрузкой опытных образцов.

Экспериментальные исследования были проведены на образцах с использованием стальных профилированных листов в качестве тонких стальных обшивок. Конструкция экспериментального образца представлена на рисунке 1.

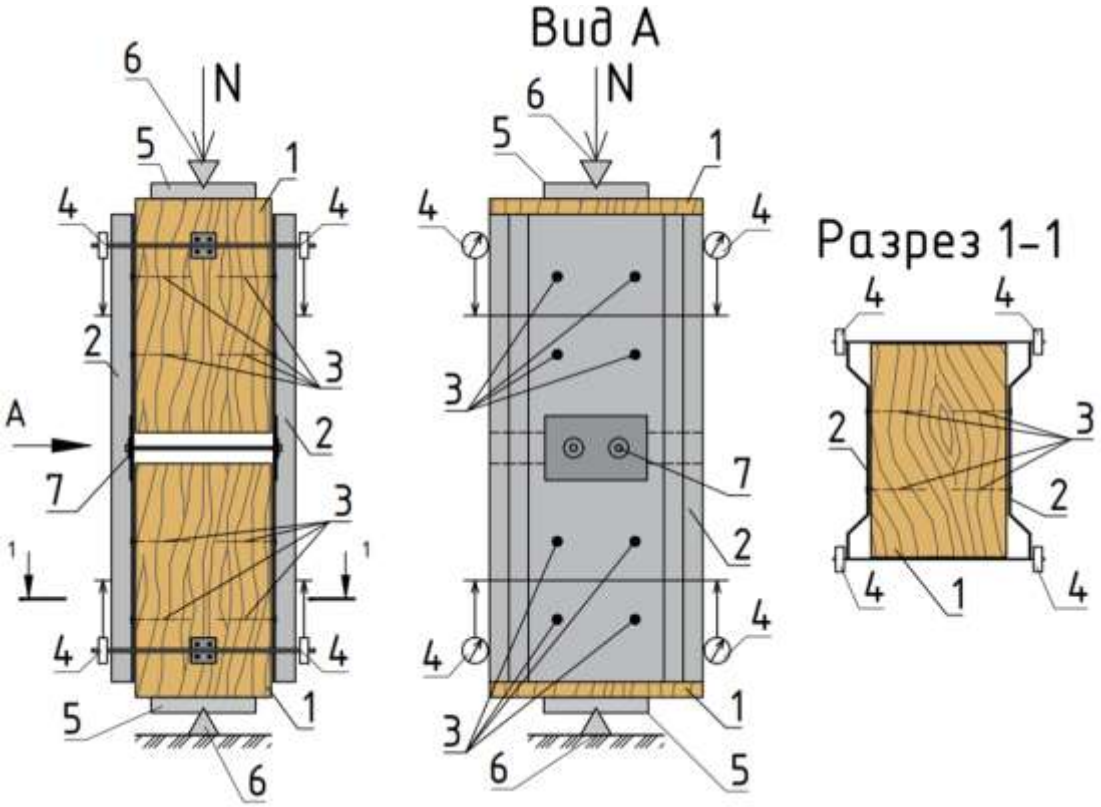


Рисунок 1 - Конструкция опытных образцов для проведения испытаний соединений на сдвиг: 1 – деревянный брусок; 2 – стальной профилированный лист; 3 – соединительные связи; 4 – электронные индикаторы; 5 – опорная пластина; 6 – центрирующая призма; 7 – шпильки с шайбами

В состав образцов входили: бруски из древесины сосны с влажностью в период проведения испытаний 7% с размерами поперечного сечения 90х135 мм при длине 150 мм; стальные профилированные листы толщиной 0,5 мм и 0,7 мм с высотой гофров 10 мм и 60 мм соответственно; соединительные связи,

электронные индикаторы с точностью 0,01 мм для измерения величины смещения стального листа относительно массива древесины, распределительные стальные опорные пластины и центрирующие призмы. В качестве механических соединительных связей, в том числе с точки зрения сопоставимости результатов, были применены стандартные гвозди гладкие кровельные длиной 40 мм диаметром 3,5 мм; самонарезающие винты с конической головкой длиной 35 мм с внешним диаметром 4,0 мм, а также самонарезающие винты с плоской головкой длиной 35 мм с внешним диаметром 4,0 мм. Расстановка соединительных связей в экспериментальных образцах выполнена с соблюдением требований СП 64.13330.2017 «Деревянные конструкции». Дополнительно образцы в месте зазора между деревянными элементами были снабжены шпильками с шайбами (рисунок 1), которые не участвовали в работе соединений, но обеспечивали устойчивость профилированного листа и соосность образца.

Для решения проблемы податливости соединения стальных листов с деревянным каркасом авторами было предложено внедрение дополнительных металлических элементов в массив древесины [3], к которым и будет крепится тонкая листовая обшивка с помощью самонарезающих винтов. Для подтверждения этой гипотезы были изготовлены образцы, аналогичные вышеописанным, в которых стальные профилированные листы толщиной 0,7 мм при помощи винтов длиной 25 мм и внешним диаметром 4,0 мм крепили к Т-образному металлическому профилю, вклеенному в массив древесины в заранее выбранные пазы на эпоксидном клее ЭПЦ-20. Размеры Т-образного профиля составили 40х40 мм при толщине стенок 2,0 мм. Расстановка винтов в соединении выполнена с соблюдением требований СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции». Общий вид образца на самонарезающих винтах, установленного в испытательную машину, представлен на рисунке 2.

Рисунок 2 - Общий вид образца установленного в испытательную машину

В каждой серии было испытано по два образца, при этом каждый образец включал в себя четыре однотипных соединения, что позволяло при испытании определять величину податливости соединения как среднюю величину из восьми экспериментальных значений. Анализу подлежали четыре серии образцов с различным типом соединительных связей: серия ГК – на кровельных гвоздях; серия СВк – на самонарезающих винтах с конической головкой; серия СВп - на самонарезающих винтах с плоской головкой; ТСВп – на Т-образных вклеенных элементах и самонарезающих винтах.

Анализ полученных результатов. Ход проведения экспериментальных исследований в целом показал, что принципиальных различий в измеряемых величинах деформаций у всех образцов, выполненных на однотипных связях, не выявлено. Величина расхождения данных не превышала 9,4%. В связи с этим анализ результатов исследований проведен по среднеарифметическим значениям данных восьми однотипных испытаний с одним видом связей в каждой из серий.

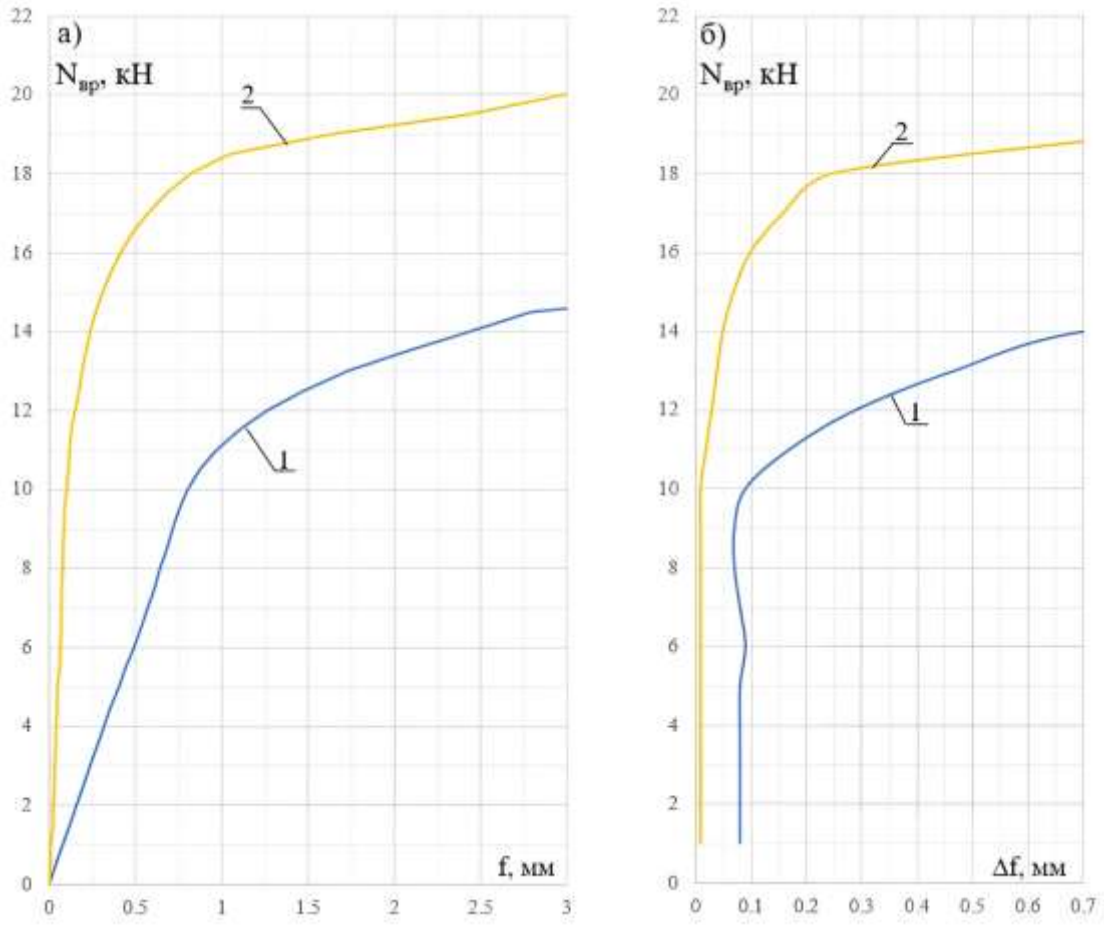


Рисунок 3 - Графики общих деформаций соединений по сериям (а) и разности деформаций по ступеням (б): 1 – серия ГК; 2 – серия ТСВп

Наибольшей податливостью отличались соединения, выполненные при помощи кровельных гвоздей (рисунок 3,а, график 1). Средняя кратковременная несущая способность образцов серии «ГК», отнесенная к одному условному

срезу гвоздя, составила 1,75 кН. Исчерпание несущей способности образцов происходило вследствие изгиба гвоздей с образованием по их длине пластического шарнира, которое сопровождалось интенсивным смятием древесины гнезда на участке от начала гнезда до пластического шарнира. Также после разборки контрольных образцов было выявлено, что нарастание деформаций соединения происходило и за счет частичной овализации отверстия в стальном профилированном листе. На графике разностей полных деформаций (рисунок 3,б) видно, что прямолинейная зависимость у испытанных образцов сохранялась до нагрузок 10-10,5 кН, что составляет примерно 70-75% от разрушающей величины Nвр. Деформации сдвига f при нагрузке, равной 0,5Nвр, составили от 0,61 мм до 0,65 мм, а при нагрузке 0,75 Nвр - 0,87 мм.

Соединения на самонарезающих винтах имели повышенную несущую способность и меньшую податливость в сравнении с гвоздевым вариантом. Так, кратковременная несущая способность образцов серии «СВп» (плоские головки), отнесенная к одному условному срезу винта, составила 2,05 кН, а серии «СВк» (конические головки) 2,12 кН. Образцы этих серий разрушались также от смятия древесины гнезда, при этом в результате смятия древесины происходили повороты винтов и вдавливание их шляпок вместе с металлом листа поперек волокон древесины. Прямолинейная зависимость деформаций от нагрузки у испытанных образцов сохранялась до нагрузок величиной 10,8-11,6 кН, что составляет 65-70% от разрушающей величины Nвр. Средние значения деформации сдвига для образцов серии «СВп» при нагрузке, равной 0,5Nвр, составили f = 0,46 мм, а при нагрузке 0,7Nвр – 0,72 мм. Для образцов серии «СВк» значения деформаций при нагрузке, равной 0,5Nвр, составили и f = 0,41 мм, а при нагрузке 0,7Nвр – 0,68 мм.

Наименьшую податливость, как и предполагалось, имели соединения, выполненные на Т-образных вклеенных элементах и самонарезающих винтах (рисунок 3,а, график 2). Средняя кратковременная несущая способность образцов серии «ТСВп», отнесенная к одному условному срезу винта, составила 2,50 кН. Исчерпание несущей способности образцов происходило вследствие обмятия полки алюминиевого профиля в месте установки винтов, а также за счет овализации отверстия в стальном профилированном листе. Прямолинейная зависимость у испытанных образцов сохранялась до нагрузок 0,75-0,80 от разрушающей величины Nвр. Средние значения деформаций сдвига при нагрузке, равной 0,5Nвр, составили f = 0,14 мм, что в 3 и 4,5 раза меньше, чем аналогичные деформации соединений на самонарезающих винтах и кровельных гвоздях соответственно. Отметим, что процесс овализации отверстий в стальном профилированном листе с выпучиванием листа в зоне расположения связи начал проявляться при достижении величины деформации соединения 0,9 мм, что хорошо согласуется с результатами экспериментальных исследований других авторов, занимающихся вопросами совместной работы несущего каркаса и стальных профилированных листов, приведенных, например, в работе [4,5].

Выводы. 1. Проведенные исследования позволили получить новые экспериментальные данные о деформативности (податливости) различных способов соединения стальных тонких листов с деревянным каркасом. Доказана

эффективность предложенного способа соединения при помощи вклеенных в массив древесины металлических элементов с креплением к ним профилированных листов при помощи самонарезающих винтов.

2. Для обеспечения совместной работы стальных профилированных листов с деревянным каркасом возможно использование соединений на самонарезающих винтах и кровельных гвоздях, при этом величина податливости должна учитываться в соответствующих методиках расчета, например, с учетом корректировочных снижающих коэффициентов при определении приведенных геометрических характеристик. Предпочтение следует отдавать соединениям на основе вклеенных в массив древесины металлических элементов, обладающим наименьшей податливостью и, соответственно, повышенным значением такого коэффициента.

Список литературы

1. Пятикрестовский, К.П. Вопросы дальнейшего совершенствования конструкций с применением древесины и новых плитных материалов / К. П. Пятикрестовский // Пространственные конструкции. Сборник трудов, 2007. – № 9. – С. 49–51.

2. Калинин, С.В. Экспериментальные исследования деревометаллических балок со стенкой из стального профилированного листа при поперечном изгибе / С.В. Калинин, В.И. Жаданов // Вестник ТГАСУ, 2012. – №3. – С. 117–125.

3. Лисицкий, И.И. Деревянные фермы с узловыми соединениями на стальных вклеенных пластинах / И.И. Лисицкий, И.И. Яричевский, В.И. Жаданов // Промышленное и гражданское строительство. – 2018. - №11. – С. 9-14.

4. Дмитриев, П.П. Работа на сдвиг креплений стального профилированного настила к элементам деревянных конструкций / П.П. Дмитриев // Известия ВУЗов. Строительство, 1992. – № 9,10. – С. 13-15.

5. Бирюлев В.В. Работа креплений профилированного настила на сдвигающие цикличиские усилия / В.В. Бирюлев, В.А. Бобров, Г.В. Есик // Известия вузов. Строительство. – 1993. - №2. – С. 10-15.

АНАЛИЗ ТИПОЛОГИИ ЗДАНИЙ С ОПТИМАЛЬНЫМ ДНЕВНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

Пикалова Е.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Проблемы обеспечения комфортных условий естественного освещения и инсоляции всегда будут актуальны, как в настоящее время, так и в городах будущего, поскольку без их оптимального решения невозможно представить здание, полностью соответствующее концепции «умного дома». Для отдельного здания эти проблемы можно было решить достаточно просто, выбрав максимальную площадь световых проемов для северной стороны, минимальную для южной и среднюю для восточной и западной сторон здания. Однако с архитектурно-художественной точки зрения такое здание с разными размерами окон на разных фасадах будет носить неудачный характер. В дальнейшем подобный подход будет неактуален для комплекса зданий в связи с необходимостью учёта их взаимного влияния на распределение солнечного света. В современных условиях для здания с одинаковыми окнами проблемы решаются применением жалюзи и других устройств перераспределения световых потоков.

Используются энергоэффективные окна с низкоэмиссионными покрытиями [1, 2], отражающими инфракрасное излучение. Более развитые системы — это смарт-окна, покрытые хромогенными материалами. Такие окна дороже, но они меняют свои оптические свойства, такие как отражающие, пропускающие, поглощающие и рассеивающие, следующими способами:

1) под воздействием окружающей среды, связанным с изменением температуры (термохромные [3] и термотропные [4] окна) и изменением интенсивности спектра ультрафиолетового и коротковолнового видимого диапазонов солнечного излучения (фотохромные [5] окна);

2) при пропускании слабого постоянного тока через тонкослойное покрытие (электрохромные [6, 7] окна).

Хромогенные покрытия смарт-окон обеспечивают значительно более комфортные условия дневного освещения и инсоляции по сравнению с обычными оконными системами со светоперераспределяющими устройствами, а также с низкоэмиссионными покрытиями окон, за счет адаптивности к изменяющимся условиям окружающей среды. Использование хромогенных технологий в окнах постоянно расширяется, особенно за счет постепенного снижения стоимости, что делает их перспективным направлением для исследований. Недостатком хромогенных окон является неспособность пропускать рассеянный солнечный свет при блокировании прямого излучения. Дискомфорт в помещении вызывают прямые лучи, а в активном состоянии хромогенные окна перестают пропускать и рассеянные лучи.

Функционирование таких окон не учитывает положение солнца на небе, а именно углы падения лучей на окно, хотя при некоторых углах защита не требуется даже от прямых лучей.

В [8] представлена новая типология зданий, заключающаяся в использовании решетчатых оптических фильтров в смарт-окнах для достижения комфортных условий естественного освещения и инсоляции внутри помещений.

Новый подход к использованию хромогенных технологий в смарт-окнах заключается в том, что тонкопленочное хромогенное покрытие наносится не на всю площадь одной поверхности стекла, как в обычных смарт-окнах, а в виде параллельных полос на две поверхности стеклопакета. Эти полоски представляют собой решетчатый оптический фильтр с угловой селективностью. На рисунке 1 показаны принципы использования смарт-окна с оптическими фильтрами на примере комплекса из трех зданий путем разделения фасада здания на зоны затенения и освещения с учетом двух близлежащих зданий. Все три корпуса расположены параллельно, пути солнечных лучей показаны для времени максимального солнечного излучения в выбранную расчетную дату (как правило, это середина самого жаркого периода года или день максимального солнечного излучения). В это время освещенная часть фасада здания нуждается в максимальной защите от солнца, то есть светопропускание смарт-окон с активированными хромогенными полосами должно быть минимальным, а для затененной части фасада можно использовать смарт-окна с относительно большим светопропусканием (в крайнем случае, в этой сфере можно применить обычные окна).

Таким образом, в данном случае для рассматриваемого фасада здания целесообразно использовать смарт-окна двух типов, отличающихся друг от друга уровнем светопропускания. Углы наклона решеток обоих видов должны быть одинаковыми, так как они рассчитаны на один и тот же фасад. Характеристики углов фильтров также должны быть одинаковыми из-за одинаковых углов падения солнечных лучей. Однако соотношение ширин пропускающей и хромогенной полос будет разным.

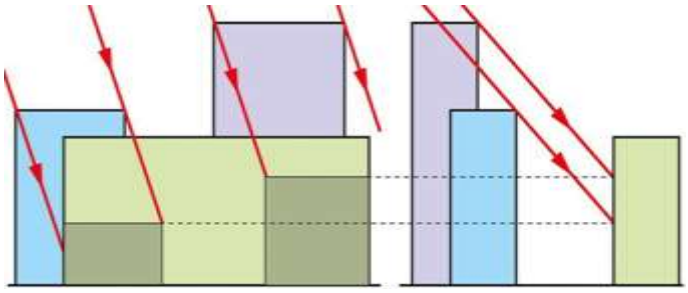


Рисунок 1 – Определение фасадных зон здания для выбора смарт-окна с учетом расположения близлежащих зданий

Ширины направленно пропускающих полос выходных решеток рассчитываются для одинарного и двойного/тройного остекления. Численное

моделирование [9] показывает, что при одном и том же значении этих ширин для увеличения светопропускания фильтра необходимо уменьшить период решеток. Аналогично, с учетом окружающей застройки, смарт-окна рассчитываются для всех фасадов здания, за исключением северной стороны, где защита от солнца не требуется. Размеры окон всех фасадов будут одинаковыми, а тонкопленочные покрытия фильтров не нарушат эстетический вид. Кроме того, отсутствие жалюзи и других приспособлений даже улучшит эстетические свойства окон, особенно панорамных. Также улучшатся эргономические свойства, в связи с чем будет отсутствовать необходимость постоянно регулировать положение ламелей жалюзи, так как смарт-окно с оптическим фильтром самоадаптируется к положению солнца, а также факторы внешней среды на основании отсутствия элементов оконной конструкции, например, жалюзи, требующих замены с последующей утилизацией. Смарт-окна с оптическими фильтрами будут стоить дороже, чем обычные окна, однако при этом они выполняют дополнительные функции углового регулирования светопропускания и позволяют сэкономить на покупке светоперераспределяющих устройств, их монтаже и эксплуатации.

При сезонном и суточном перемещении затененных и освещенных участков фасада смарт-окна двух соответствующих типов будут функционировать в менее оптимальном режиме, так как их параметры рассчитаны на время с наиболее необходимой защитой от солнца, когда интенсивность солнечного излучения будет максимальной.

Предложенная типология зданий лучше всего подходит для комплекса зданий, в которых люди находятся преимущественно в дневное время, то есть для общественных зданий, таких как офисы, учебные классы, библиотеки, торгово-развлекательные центры и т. д.

Рассмотренный подход применим не только для вновь проектируемых зданий, но и для реконструкции старых зданий с заменой окон.

Список литературы

1. Macleod, H. A. Thin-Film Optical Filters. – Philadelphia: Institute of Physics, 2001. – 641.

2. Horowitz, F., Pereira, M.B., Giovani B.A. Glass window coatings for sunlight heat reflection and co-utilization. – Applied Optics. – 50. P. 250–252. – 2011.

3. Gao, Y., Luo, H., Zhang, Z., and others. Nanoceramic VO2 thermochromic smart glass: A review on progress in solution processing. – Nano Energy. – 1. – P.221-246. – 2012.

4. Seeboth, A., Ruhmann, R., Mühling, O. Thermotropic and Thermochromic Polymer Based Materials for Adaptive Solar Control. – Materials. – 3. – P. 5143-5168. – 2010.

5. Hocevar, M., Bogati, S., Georg, A. A photoactive layer in photochromic glazing. – Solar Energy Materials and Solar Cells. – 171. – P. 85-90. – 2017.

6. Niklasson, G.A., Granqvist, C.G. Electrochromics for smart windows: thin films of tungsten oxide and nickel oxide, and devices based on these. – Journal of Materials Chemistry. – 17. – P. 127-156. – 2007.
7. Granqvist, C.G., Pehlivan, I.B., Niklasson, G.A. Electrochromic materials and devices for energy efficiency and human comfort in buildings: A critical review. – Electrochimica Acta. – 259. – P. 1170-1182. – 2018.
8. Zakirullin, R.S., Odenbakh, I.A. Cities of the future: a building typology with optimal daylighting. – IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. – 775. – P. 012062. – 2020.
9. Zakirullin, R.S. A smart window for angular selective filtering of direct solar radiation. – Journal of Solar Energy Engineering. – 142. P. 011001. – 2020.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ НАВЕСНОГО ВЕНТИЛИРУЕМОГО ФАСАДА

Провоторов С.Н.,
Касимов Р.Г., канд.техн.наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Навесные фасадные системы – это каркасные конструкции с закреплёнными фасадными панелями, призванными обеспечить защиту несущей стены, а также декоративное совершенство готовой постройки [1]. Применение таких систем нашло широкое распространение при строительстве новых жилых и нежилых зданий, а также при реконструкции жилого фонда, рисунок 1.

Рисунок 1 – Анализ рынка вентилируемых фасадов

Все навесные системы имеют одинаковую конструкцию и состоят из подконструкции (каркаса), утеплителя, воздушного зазора и облицовочного материла [2].

На рисунке 2 представлена конструкция навесного вентилируемого фасада.

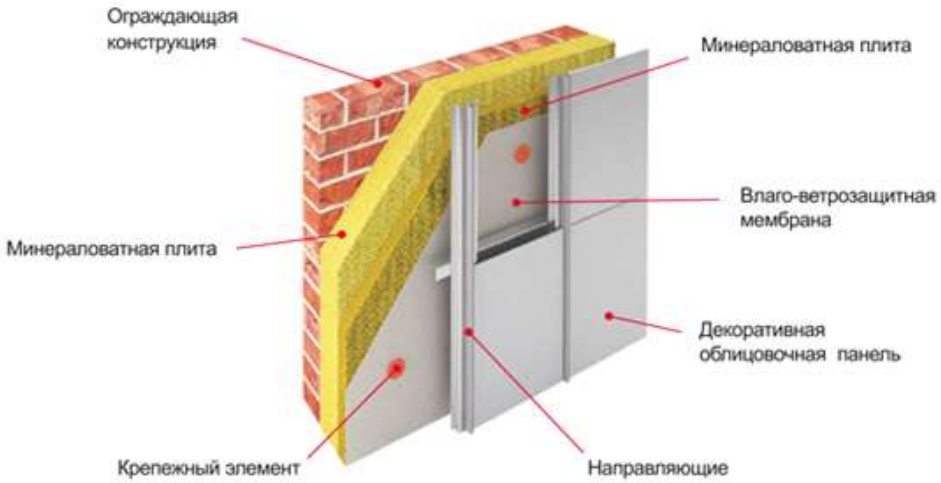


Рисунок 2 – Конструкция навесного вентилируемого фасада

Подконструкция системы – это функциональный набор профилей и крепежных приспособлений на который фиксируется облицовочный материал, который принято классифицировать по 3 основным типам:

1) Фасадные системы из оцинкованной стали.

Фасадные системы прочные, но с низкой коррозийной стойкостью. Система с небольшим линейным расширением, высоким запасом прочности, выдерживает высокие ветровые нагрузки. Срок службы — 25-35 лет.

2) Фасадные системы из нержавеющей стали.

Основное применение стальной системы – облицовочный материал в виде керамогранита и камня.

Разновидности систем:

- стандартная, состоящая из продольного и поперечного набора профилей, кронштейнов для крепления к стенам и кляммеров для крепления облицовочного материала;
- анкерная, состоящая из набора анкеров для крепления облицовочного материала к стеновому заполнению.

3) Фасадные системы из алюминия.

Применяются для навески большинства облицовочных материалов, где предъявляются высокие требование к долговечности, качеству и престижности используемых при облицовке материалов [3]. Преимуществами систем являютя высокая коррозионная стойкость, небольшой вес и прочность. Недостаток – подверженность температурным расширениям.

Анализ видов подсистем применяемых в 2022\2023 годах представлен на рисунке 3

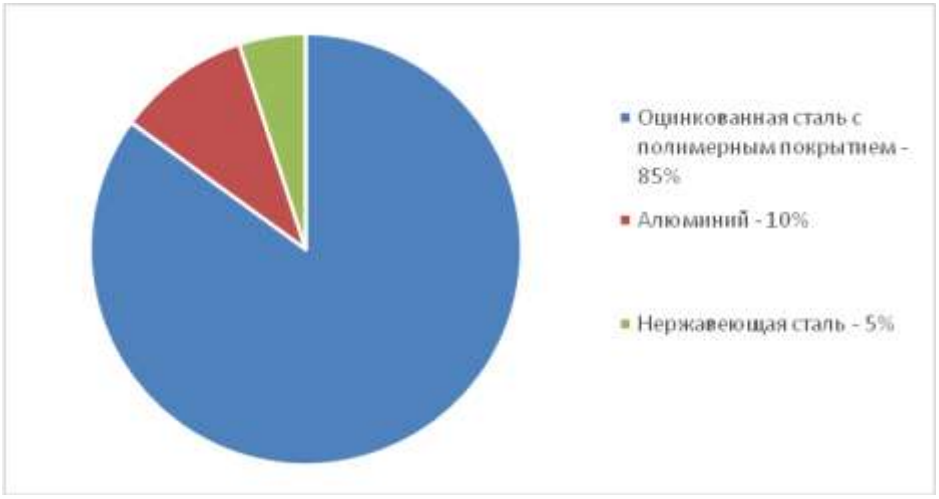


Рисунок 3 – Анализ рынка подсистем для вентилируемого фасада

На рисунке 4 представлен узел крепления облицовочного материла к профилю.

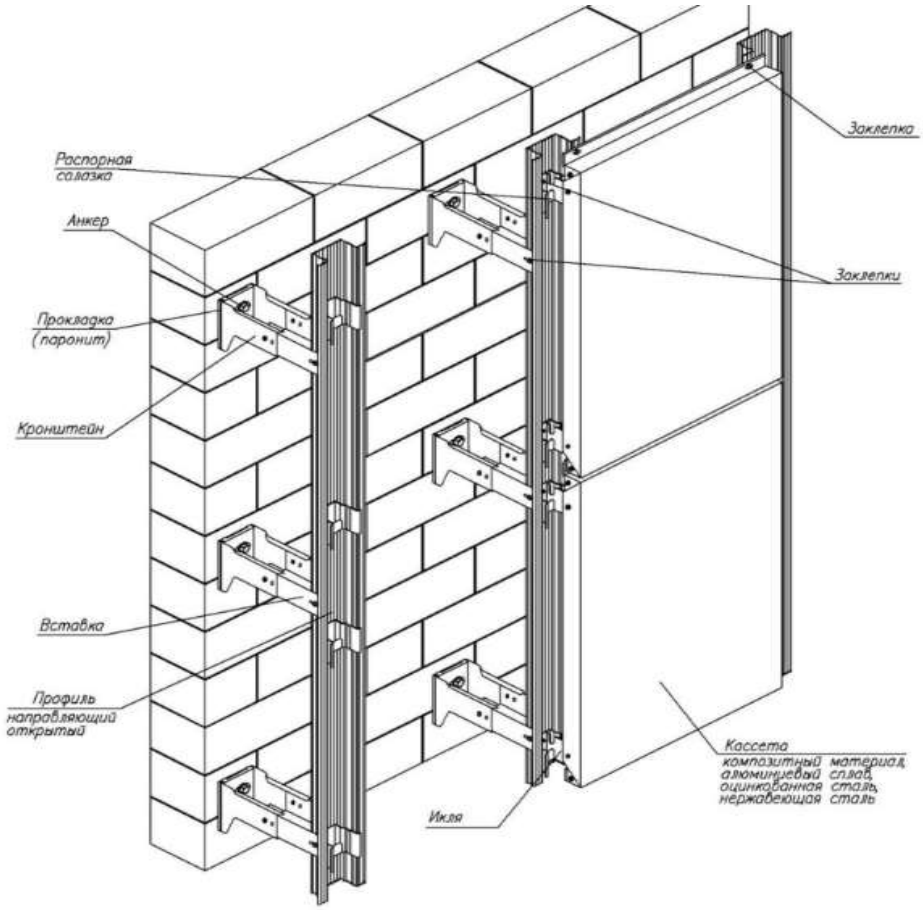


Рисунок 4 – Узел крепленя облицовочного материала к профилю

Виды навесных фасадных систем по типу облицовочного материала:

1) Фиброцементные панели – разновидность облицовочного материала, получаемая путем формовки, прессования, тепловлажностной

обработки, автоклавирования, раскроя, шлифовки и покраски смеси. В их комплектующие входят цемент, минеральные наполнители и древесная фибра [4].

В таблице 1 предсталены достоинства и недостатки вентилируемого фасада из фиброцементных панелей.

Таблица 1 – Достоинства и недостатки

Достоинства	Недостатки
Экологически чистый материал	Большой вес
Негорючий (группа горючести – НГ)	Хрупкость
Низкая стоимость (от 550 руб/м^2)	Водопоглощение (до 20%)
Большой размерный ряд	Сложность монтажа
Система морозостойкости (не менее 150 циклов)	
Скрок эксплуатации (50 лет)	
Устойчивость к агрессивным средам	
Разнообразие фактур	

Плиты разрезаются алмазным инструментом по размеру. При облицовке плитами используется система крепления из оцинкованной стали или алюминия. Используется система с прижимными планками [5].

На рисунке 5 приведен пример многоквартирного жилого дома с вентилируемым фасадом из фиброцементных панелей.

Рисунок 5 – Многоквартирный жилой дом с применением вентилируемого фасада из фиброцементных панелей.

2) Облицовка фасада композитными панелями – это один из самых популярных материалов для отделки зданий. Панели имеют многослойную структуру из алюминия и стали, покрытые PVDF эмалью. Оба варианта

облицовочного материала устойчивы к ветровым нагрузкам, защищены от коррозии и способны выдержать перепады температур в пределах от -50 до +80 °С [6].

В таблице 2 приведены достоинства и недостатки вентилируемого фасада из алюминиевых композитных панелей.

Таблица 2 – Достоинства и недостатки

Достоинства	Недостатки
Небольшой вес	Непрактичность в ремонте
Устойчивость к воздействию внешних факторов	Повышенные требования к транспортировке
Высокий уровень звукоизоляционных характеристик	Высокая стоимость
Высокий уровень пожаробезопасности	Способность деформироваться
Высокая прочность и устойчивость к деформациям (до 50 кг/см^2)	
Стойкость к УФ-лучам	

На рисунке 6 представлен пример навесного фасада с применением алюминиевых композитных панелей, покрытых PVDF эмалью.

Рисунок 6 – Многоквартирный жилой дом с применением алюминиевых композитных панелей, покрытых PVDF эмалью.

3) Вентилируемый фасад из керамогранита надежно защищает наружные стены здания от негативных воздействий [7]. Материал имеет высокую механическую прочность, а благодаря наличию воздушного зазора между стеной и облицовкой исключается образование конденсата, таким образом керамогранит не промерзает [8].

В таблице 3 приведены достоинства и недостатки вентилируемого фасада из керамогранитной плитки.

Таблица 3 – Достоинства и недостатки

Достоинства	Недостатки
Низкая стоимость (от 650 руб/м^2)	Значительный вес
Экологичность	Сложность подрезки
Высокий уровень пожаробезопасности (группа горючести НГ)	
Морозостойкость (более 200 циклов)	
Срок эксплуатации (до 50 лет)	
Простота монтажа	

Типы крепления для вентилируемого фасада из керамогранита:

- скрытое механическое крепление
- скрытое комбинированное крепление (механическое или клеевое)
- скрытое крепление с приклеиванием плит на профили
- скрытые точки крепления (штифтами) для плит толщиной 2-3 см
- видимое крепление

На рисунке 7 представлен пример многоквартирного жилого дома с применением вентилируемого фасада из керамогранита

Рисунок 7 – Многоквартирный жилой дом с применением вентилируемого фасада из керамогранита

4) HPL панели – аббревиатура от High Pressure Laminate, что означает «ламинат высокого давления». Такое название в полной мере характеризует процесс производства данного материала. Под воздействием высокой температуры и давления в смолах активизируются процессы отвердения, благодаря чему все входящие в состав компоненты объединяются в единый

плотный композитный материал. Волокна целлюлоз играют роль армирующей основы, обеспечивая HPL панели эластичность и дополнительную прочность. При этом материал легко поддается обработке и декорированию [9].

Структура готовой HPL панели включает следующие слои:

- базовая основа (гипсоволокнистый лист);
- декоративный слой;
- ламинирование (верхний защитный слой).

В таблице 4 приведены достоинства и недостатки вентилируемого фасада из HPI панелей.

Таблица 4 – Достоинства и недостатки

Достоинства	Недостатки
Высокая механическая прочность	Большой размер листов
Устойчивость к истиранию	Необходима надежная система крепления
Небольшой вес материала	
Стойкость к перепадам температур	

На рисунке 8 представлен пример вентилируемого фасада с применением HPI панелей

Рисунок 8 – Многоквартирный жилой дом с применением вентилируемого фасада из HPI панелей

5) Вентилируемые фасады из объемной терракоты. Терракота — натуральный материал природного происхождения, устойчивый к атмосферным воздействиям и перепадам температур. «Объёмную керамику» используют в экопроектах [10]. Установка фасада из терракоты требует тщательно просчитанной усиленной подсистемы еще на стадии проектировки здания.

В таблице 5 приведены достоинства и недостатки вентилируемого фасада из объемной терракоты.

Таблица 5 – Достоинства и недостатки

Достоинства	Недостатки
Высокий уровень пожаробезопасности	Высокая стоимость
Устойчивость к ветровым нагрузкам	Вес материала
Поглощение внешних шумов	
Экологичны	

На рисунке 9 представлен пример многоквартирного жилого дома с применением вентилируемого фасада из объемной терракоты.

Рисунок 9 – Многоквартирный жилой дом с применением вентилируемого фасада из объемной терракоты

Анализ спроса на облицовочный материал вентилируемого фасада представлен на рисунке 10.

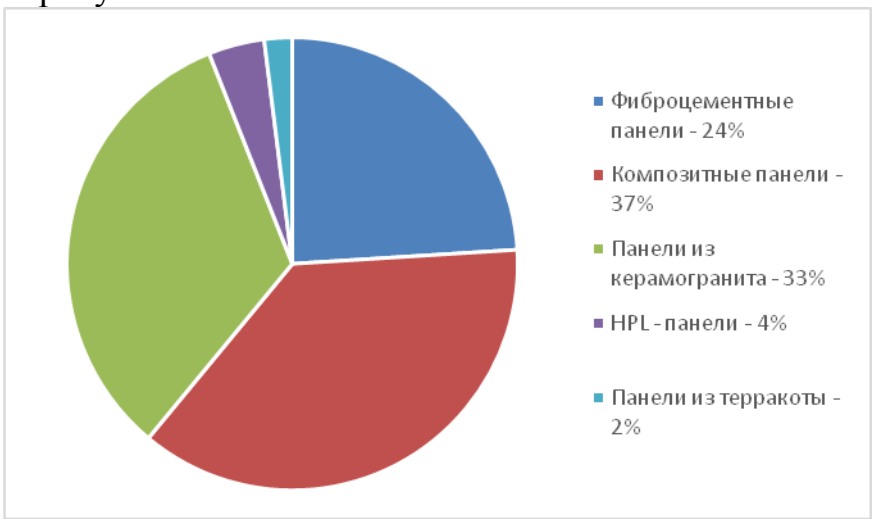


Рисунок 10 – Анализ спроса облицовочных панелей для вентилируемого фасада

Проанализировав рассмотренные преимущества и недостатки видов навесного вентилируемого фасада по типу материала, наиболее эффективным является покрытие из алюминиевых композитных панелей, покрытых PVDF эмалью. Вентилируемый фасад из вышеуказанных материалов позволяет обеспечить естественную циркуляцию воздуха под слоем декоративного покрытия. Также, использование облицовочной плитки данного вида для отделки фасадов многоквартирных жилых зданий способствует увеличению срока службы конструкции благодаря высоким прочностным характеристикам материала.

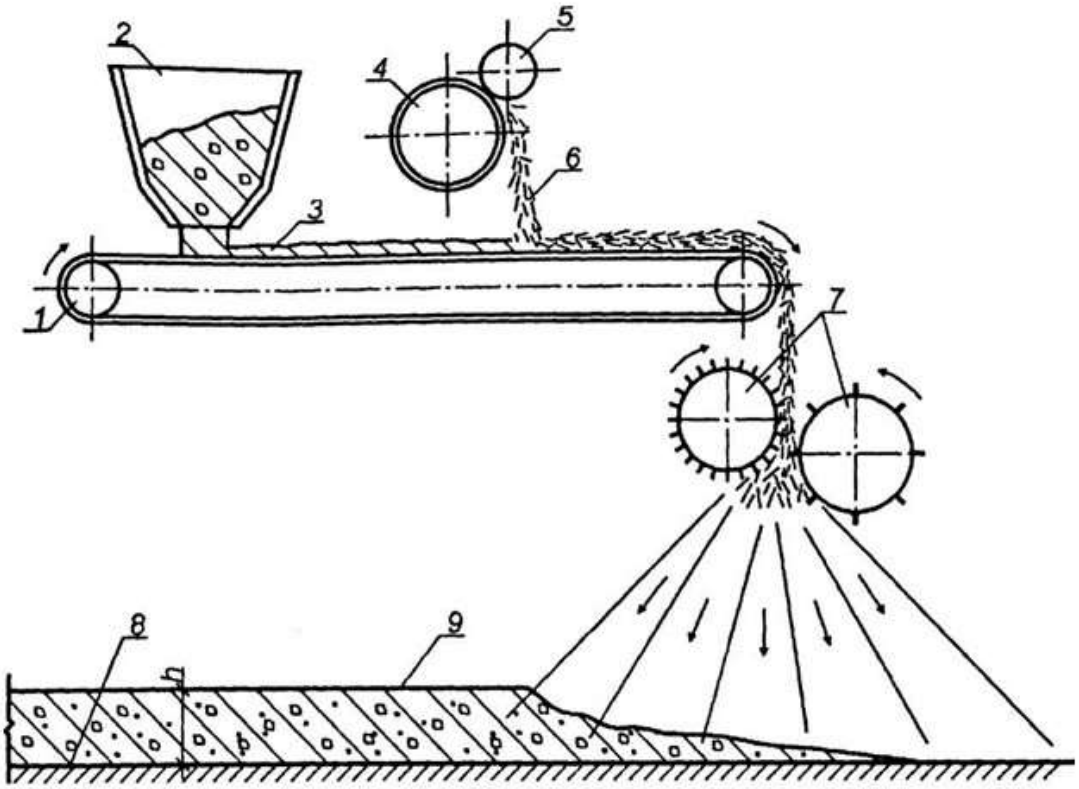


Рис.2.12. Схема формования сталефибробетонных изделий по безвибрационной (ротационной) технологии

1 — ленточный конвейер; 2 — расходный бетоносмеситель; *3* — бетонная смесь; *4* —бухта-лента из тонколистового проката; *5*—станок для нарезки из листа фибр; *6*—поток фибр; 7—большой и малый лопастной роторы; *8* — поддон - форма; 9—формуемое изделие

Список литературы

1. Гусев, Б. В. Теплртехнические особенности прокетировния утепленных наружных стен с вентилируемым фасадом : учебное пособие. - Москва : Стройиздат, 2006. – 117 с.

2. Ефимов, Б. А. Фасадные строительные материлы : учебное пособие / А. Д. Жуков, В. С. Семенов, С. Ю. Шеховцова. - Москва : Высшая школа, 2020. – 90 с.

3. Менейлюк, А. И. Современные фасадные системы.- Киров : Освита, 2008. – 340с.

4. Кислицина, С. Н. Современные материалы для отделки фасадов зданий. - Москва : Стройиздат, 2014. – 106 с.
5. Минейлюк, А. С. Современные фасадные системы / В. С. Дорофеев. - Киев : Освита, 2008. – 340 с.
6. Кавер, Н. С. Современные материалы для отделки фасадов. - Москва : Архитектура-С, 2005. – 120 с.
7. Запащикова, Н. П. Мовершенствование методических подходов к управлению техническим состоянием и оуенке долговечности навесных вентилируемых фасадов : дис. к-т техн. наук. - Москва : 2015. – 169 с.
8. Фокин, К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей здания. - Москва : Стройиздат, 1973. – 285 с.
9. Рекомендации по проектированию навесных фасадных систем с вентилируемым воздушным зазором для нового строительства и реконструкции зданий. – Москва Москомархитектура, 2002. – 130 с.
10. Стенин, В. А. Параметры чувствительности ограждающих конструкций зданий при оценке их энергоэффективности // промышленное и гражданское строительство (ПГС), 2004. - №4 – 20, - 21 с.

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВОМ СООРУЖЕНИЙ

Рахимова О.Н., канд.пед.наук
Кумертауский филиал ОГУ

Строительный проект – это сложный процесс, требующий эффективного управления для обеспечения успешных результатов. На эффективность управления строительством влияют различные факторы, включая организационные и технологические аспекты. Целью данной статьи является изучение влияния организационных и технологических факторов на эффективность управления строительством в контексте возведения зданий и сооружений. В исследовании рассматривается взаимосвязь между этими факторами и их влияние на эффективность проекта. Понимая, изучаемые факторы и принимая их во внимание, руководители проектов могут усовершенствовать свои процессы в принятии решений и оптимизировать результаты проекта.

Строительные проекты предполагают участие множества заинтересованных сторон, сложные процессы и значительные инвестиции. Эффективное управление имеет решающее значение для обеспечения успешного завершения проектов в рамках бюджета, графика и ограничений по качеству.

Рассмотрим, как организационные и технологические факторы влияют на управление строительством и их последующее влияние на результаты проекта.

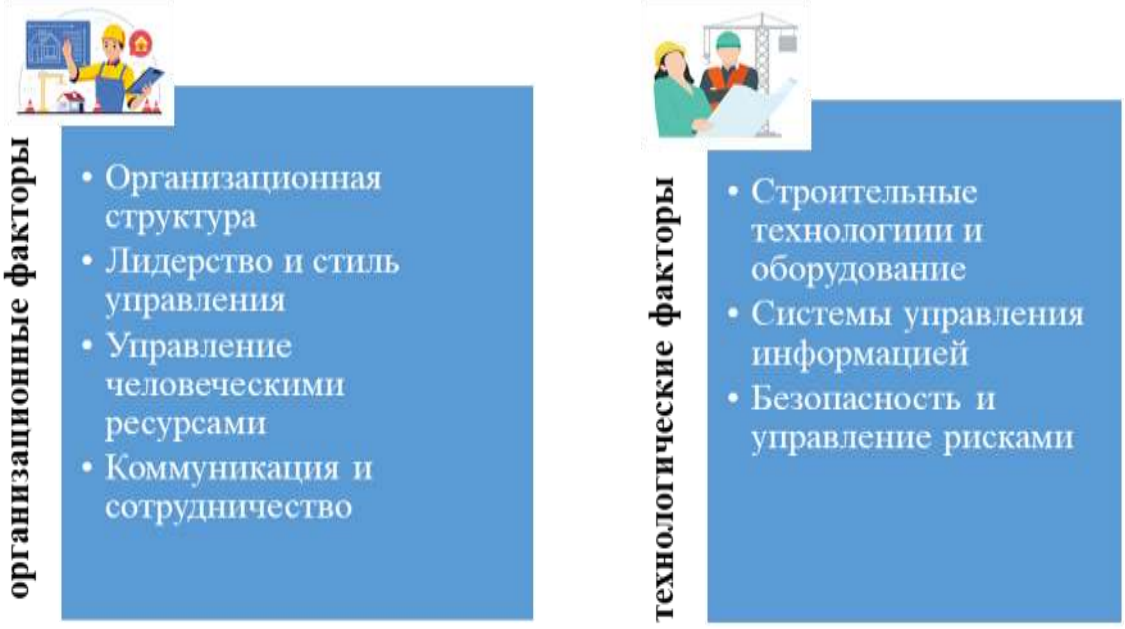


Рисунок 1 – Схема организационных и технологических факторов, влияющих на управление строительством

Представим характеристику факторов в табличной форме.

Таблица 1 – Характеристика организационных и технологических факторов

Организационные факторы	
Организационная структура	Организационная структура строительного проекта определяет распределение полномочий, ответственности и каналов коммуникации. Различные организационные структуры, такие как функциональные, проектные или матричные структуры, по-разному влияют на эффективность управления проектом.
Лидерство и стиль управления	Эффективные стили лидерства и менеджмента играют жизненно важную роль в руководстве проектными командами, постановке четких целей и содействии сотрудничеству. Лидерский подход, применяемой руководителями проектов, соответственно влияет на мотивацию и эффективность работы членов проектной команды.
Управление трудовыми ресурсами	Отбор, обучение и распределение квалифицированного персонала имеют решающее значение для успеха проекта. Надлежащее укомплектование персоналом, развитие компетенций и эффективная коммуникация внутри проектной команды способствуют повышению эффективности управления строительством.
Коммуникация и сотрудничество	Эффективная коммуникация и сотрудничество между заинтересованными сторонами проекта улучшают координацию, разрешают конфликты и облегчают принятие решений. Четкий и своевременный обмен информацией способствует эффективному управлению строительством.
Технологические факторы	
Системы управления информацией	Эффективные системы управления информацией, включая программное обеспечение для управления проектами, системы контроля документов и инструменты анализа данных, оптимизируют рабочие процессы проекта и позволяют принимать решения в режиме реального времени. Интеграция технологий в управление информацией улучшают координацию и контроль проекта.
Строительные технологии и оборудование	Использование передовых строительных технологий и оборудования может значительно повлиять на эффективность проекта. Инновации, такие как моделирование зданий, автоматизация повышают производительность. Уменьшают количество ошибок и повышают общую эффективность управления строительством.

Актуализация методов организации работ, формирование фронта работ, их очередности, редактирование технологических карт на выполнение строительных процессов – основа управления строительством на базе организационно-технологических решений.

В статье рассмотрим факторы порождающие эффективность деятельности строительно-монтажной или проектной организации, которые в свою очередь, относительно поделены на две группы, одна из которых состоит из двух подгрупп. Первая группа факторов, излагает закономерности развития строительно-экономического процесса, отклонения от данной закономерности составляют вторую группу. Можно сделать вывод о том, что при конкретном показателе подъема строительного производства, результаты в достижении планируемых показателей строительного процесса во многом зависят от постановки решения проблем, вызванных факторами второй группы, к которым относятся погодные условия, изменения проектных решений в ходе

строительного процесса, грунтовые условия, сбои финансирования, нормативные требования и другие. [1]

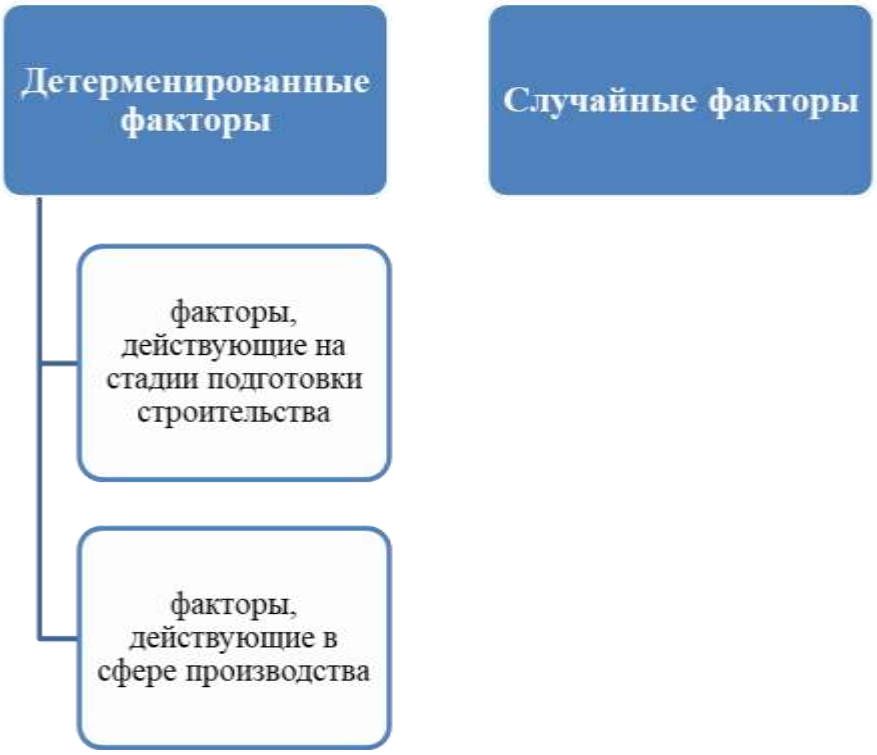


Рисунок 2 – Схема факторов порождающих эффективность деятельности строительной организации

Стремительное прохождение всевозможных технологических процессов требует соблюдения конкретных соотношений в применении ресурсов, применяемых в строительном производстве, и своевременного выполнения их в процессе выполнения работ. [2] Визуализация порядка строительства, понимание ключевых факторов, влияющих на эффективность управления, их взаимосвязь определяют основное значение для руководителей проектов в ходе оптимизации результатов проекта. Продвижение соответствующей организационной структуры, антуража руководства, технологических побед способствует усовершенствованию и систематизации процесса принятия проектных решений, влияющих на эффективность управления строительством сооружений и успешность завершения строительного проекта.

Список литературы

1. Виленский П. Л., Лившиц В. Н., Смоляк С. А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика. М.: Дело, 2001. 832 с.

2. Гусаков А. А. Организационно-технологическая надежность строительного производства (в условиях автоматизированных систем проектирования). М. : Стройиздат, 1974. 252 с.

ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В КОНТЕКСТЕ ИЗУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН

Рахимова О.Н., канд.пед.наук, Черноглазова Г.Г.
Кумертауский филиал ОГУ

В статье раскрываются организационные вопросы материально-технического обеспечения строительства, в контексте изучения таких строительных дисциплин, как «Технология возведения зданий и сооружений», «Организация строительства». Анализируются изменения в современных рыночных условиях и необходимость совершенствования материально-технического обеспечения строительного производства с учетом внешних изменений.

Упорядочивание материально-технического обеспечения строительства - это координация и устройство процесса оснащения стройплощадки значимым оборудованием для разработки строительного проекта. Включает в себя все этапы, начиная с приобретения и распределения требующихся материалов и заканчивая их утилизацией вслед за окончанием строительства.

Акцентирование вопросов снабжения всех требующихся материалов и оборудования для строительства в необходимый период и в требуемом объеме - Значимая идея проблемы организации материально-технического обеспечения строительства. За счет перечисленных факторов динамичен ход работ, экономиться время и снижены затраты на строительство в целом.

По причине пребывания в реформировавшейся атмосфере и в связи с переходом к рыночной экономике сортировочная система материальных ресурсов, связанная в единую систему управления, разрушилась. Изменчивость исследуемой системы привела к посредничеству, основной задачей, которой являются функции координации материальными ресурсами, которые полагаются на предпосылки материальной заинтересованности. К прочим трансформациям, произошедшим в организации материально-технического оснащения строительства, необходимо отнести (см. Рисунок 1):

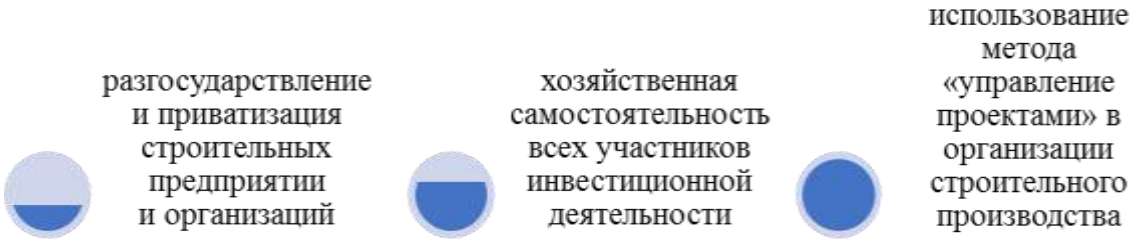


Рисунок 1 – Схема трансформации, произошедшие в организации материально-технического оснащения строительства

В ходе разработки курсового проекта по дисциплине «Технология возведения зданий и сооружений» обучающиеся при составлении плана строительства учитывают ключевую комбинационную часть поиска

продуктивных решений в сфере материально-технического обеспечения. Трактование комплекта и формы деятельности структуры, фигурирующих в движении материального потока студенты разрабатывают в ходе обоснованных логистических решений. При конкретных ситуациях рационально наращивают логистические цепи и включают в них торговых дилеров. Главным образом это относится к процессу материально-технического обеспечения малого бизнеса, получившего в России широкое развитие в отрасли строительства. [1]

Организация материально-технического обеспечения строительства включает в себя следующие этапы (см. Рисунок 2):

Рисунок 2 – Этапы организации материально-технического обеспечения строительства

В настоящее время систему материально-технического обеспечения строительного производства составляют (см. Рисунок 3):

Рисунок 3 – Составляющие системы МТО

При изучении дисциплины «Организация строительства» обучающиеся 3 и 4 курсов прослеживают внешних участников МТО, по отношению к строительной организации. Изучают внутреннюю организацию материально-технического обеспечения строительного предприятия, которую составляют его отделы, так или иначе фигурирующие в процессе МТО строительства.

Таким образом, организация материально-технического обеспечения строительства является одним из важнейших этапов строительного процесса, который необходимо выполнить для обеспечения эффективной и своевременной реализации строительного проекта, в том числе и при изучении строительных дисциплин.

Список литературы

1. Экономика строительства: учебник/ под общей ред. И. С. Степанова. - М.: Юрайт-Издат, 2007. - 620 с.

2. Власова Н. В. Методические основы повышения эффективности управления логистической системой строительного производства: Автореф. дис. канд. экон. наук. - Санкт-Петербург, 2003. - 19 с.

3. Мороз О. Е. Совершенствование организационно-экономического механизма управления материально-техническим снабжением в строительстве: Автореф. дис. канд. экон. наук. - Махачкала, 2011. - 27с.

4. Теренина И. В. Управление материальными запасами строительной фирмы на принципах логистики: Дис. канд. экон. наук. - Ростов-на-Дону, 1998. - 173 с.

ДИНАМИКА УДАРА АВТОМОБИЛЯ О НЕПОДВИЖНОЕ ПРЕПЯТСТВИЕ

Морозов Н. А., канд.техн.наук, доцент, Гаврилов А. А., канд.техн.наук, Решетов С. Ю., канд.техн.наук, доцент, Канчурин Р. Я.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Согласно пункту 8.2.1 СП 296.1325800.2017 [1] «ударные нагрузки от автотранспортных средств следует относить к нормируемым (проектным) особым нагрузкам» и согласно пункту 8.1.3 того же СП «при соответствующем обосновании допускается выполнить динамический анализ ударного воздействия с использованием натурного и численного моделирования».

В частности, согласно пункту 8.2.1 СП 296.1325800.2017 для случаев, когда возможно соударение автотранспортных средств с опорными конструкциями или фасадами зданий, расчетное значение эквивалентной квазистатической сосредоточенной нагрузки в направлении движения для легковых автомобилей, движущихся по дворовым территориям, составляет 50 кН. Нагрузки от столкновения легковых автомобилей (с общей массой менее 3,5 т) с частями сооружений следует учитывать в расчетах как равномерно распределенные по площади ударного контакта, которые прикладываются на высоте 0,5 м от уровня проезжей части. Высоту площадки ударного контакта следует принимать равной 0,25 м, а ширину этой площадки - равной ширине конструктивного элемента, но не более 1,5 м.

На наш взгляд, необходимо проверить приведенное в СП значение эквивалентной сосредоточенной нагрузки с помощью динамического анализа взаимодействия автомобиля с препятствием. Согласно методике анализа наезда автомобиля на неподвижное препятствие [2] для определения нагрузок от столкновения в случае центрального удара при сближении автомобиля с препятствием необходимо применять следующую модель (рисунок 1).

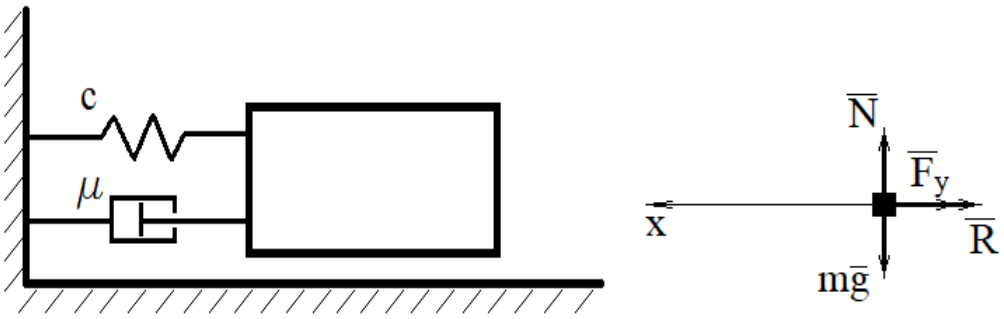


Рисунок 1 – Модель наезда автомобиля на препятствие

В данной модели автомобиль представляется в виде твердого тела, совершающего поступательное движение, связанного с неподвижной массивной стеной с помощью пружины, имеющей жёсткость c, и демпфера, имеющего коэффициент вязкого трения μ. Тогда, принимая тело за материальную точку, можно показать действующие на него силы: силу тяжести mg, нормальную реакцию опоры N, силу упругости F_y, а также силу вязкого сопротивления R (рисунок 1). Ось x направим по движению автомобиля. Дифференциальное уравнение свободных колебаний автомобиля будет иметь вид:

$$m\ddot{x} = -F_y - R, \tag{1}$$

где m – масса автомобиля, кг.
Сила упругости зависит от положения тела, а сила вязкого сопротивления пропорциональна его скорости:

$$m\ddot{x} + cx + \mu\dot{x} = 0. \tag{2}$$

Разделим каждый член уравнения на массу m и введем величины: коэффициент затухания колебаний $n = \mu/(2m)$ и частоту собственных колебаний $k = \sqrt{c/m}$:

$$m\ddot{x} + 2n\dot{x} + k^2 x = 0. \tag{3}$$

В результате получим дифференциальное уравнение свободных колебаний материальной точки с учетом вязкого сопротивления движению. Для реальных случаев столкновения справедлив случай малого сопротивления ($k > n$), поэтому решение полученного дифференциального уравнения будет иметь вид:

$$x = e^{-nt}(C_1 \cdot Cos(k_1 t) + C_2 \cdot Sin(k_1 t)), \tag{4}$$

где $k_1 = \sqrt{k^2 - n^2}$, с$^{-1}$,

C_1, C_2 - постоянные интегрирования.

Для нахождения постоянных интегрирования получим закон изменения скорости автомобиля:

$$\dot{x} = e^{-nt}(-C_1 k_1 \cdot Sin(k_1 t) + C_2 k_1 \cdot Cos(k_1 t)) - ne^{-nt}(C_1 \cdot Cos(k_1 t) + C_2 \cdot Sin(k_1 t)). \tag{5}$$

Отсчет времени начинаем с момента касания автомобилем препятствия. В начальный момент времени координата центра тяжести автомобиля была равна нулю, а его скорость соответствовала скорости движения v_0. Запишем начальные условия:

$$t = 0,\ x_0 = 0,\ \dot{x}_0 = v_0. \tag{6}$$

После подстановки в уравнения получим:

$$C_1 = 0, \quad C_2 = \frac{v_0}{k}. \tag{7}$$

Тогда закон изменения скорости:

$$\dot{x} = v_0 e^{-nt}(Cos(k_1 t)) - \frac{n}{k_1} Sin(k_1 t)). \tag{8}$$

Сближение автомобиля с препятствием заканчивается, когда его скорость станет равняться нулю. Найдем время сближения автомобиля с препятствием t_1.

$$0 = v_0 e^{-nt}(Cos(k_1 t_1)) - \frac{n}{k_1} Sin(k_1 t_1)). \tag{9}$$

Тогда:

$$t_1 = \frac{arctg(\frac{k_1}{n})}{k_1}. \tag{10}$$

Закон изменения ускорения:

$$\ddot{x} = -(nv_0 e^{-nt}(-\frac{n}{k_1} Sin(k_1 t) + Cos(k_1 t)) + v_0 e^{-nt}(k_1 \cdot Sin(k_1 t) + n \cdot Cos(k_1 t))). \tag{11}$$

Полученный знак «–» указывает на то, что происходит замедление центра масс автомобиля. С какой силой препятствие действует на автомобиль, с такой же и автомобиль будет действовать на препятствие. Эта сила изменяется по закону:

$$\begin{aligned} F = m\ddot{x} = m(nv_0 e^{-nt}(-\frac{n}{k_1} Sin(k_1 t) + Cos(k_1 t)) + \\ + v_0 e^{-nt}(k_1 \cdot Sin(k_1 t) + n \cdot Cos(k_1 t))). \end{aligned} \tag{12}$$

Возьмем, для примера, автомобиль ВАЗ-2109 массой *m=1000* кг. Для него, согласно [2], $c = 316000$, $\mu = 12400$. Тогда $k = 17{,}77\, c^{-1}$, $n = 6{,}2\, c^{-1}$, $k_1 = 16{,}66\, c^{-1}$, $t_1 = 0{,}073\, c$.

Графики перемещения и скорости центра масс автомобиля, а также график изменения эквивалентной сосредоточенной нагрузки в фазе сближения с препятствием при ударе о неподвижную преграду автомобиля, движущегося со скоростью v_0*=20* км/ч, представлены на рисунках 2, 3 и 4.

Значениями эквивалентной сосредоточенной нагрузки в фазе отскока автомобиля от препятствия можно пренебречь, так как их значения малы по сравнению со значениями этой же нагрузки, но в фазе сближения. Это связано с изменением направления силы вязкого трения, которая в фазе отскока будет уменьшать значение эквивалентной нагрузки.

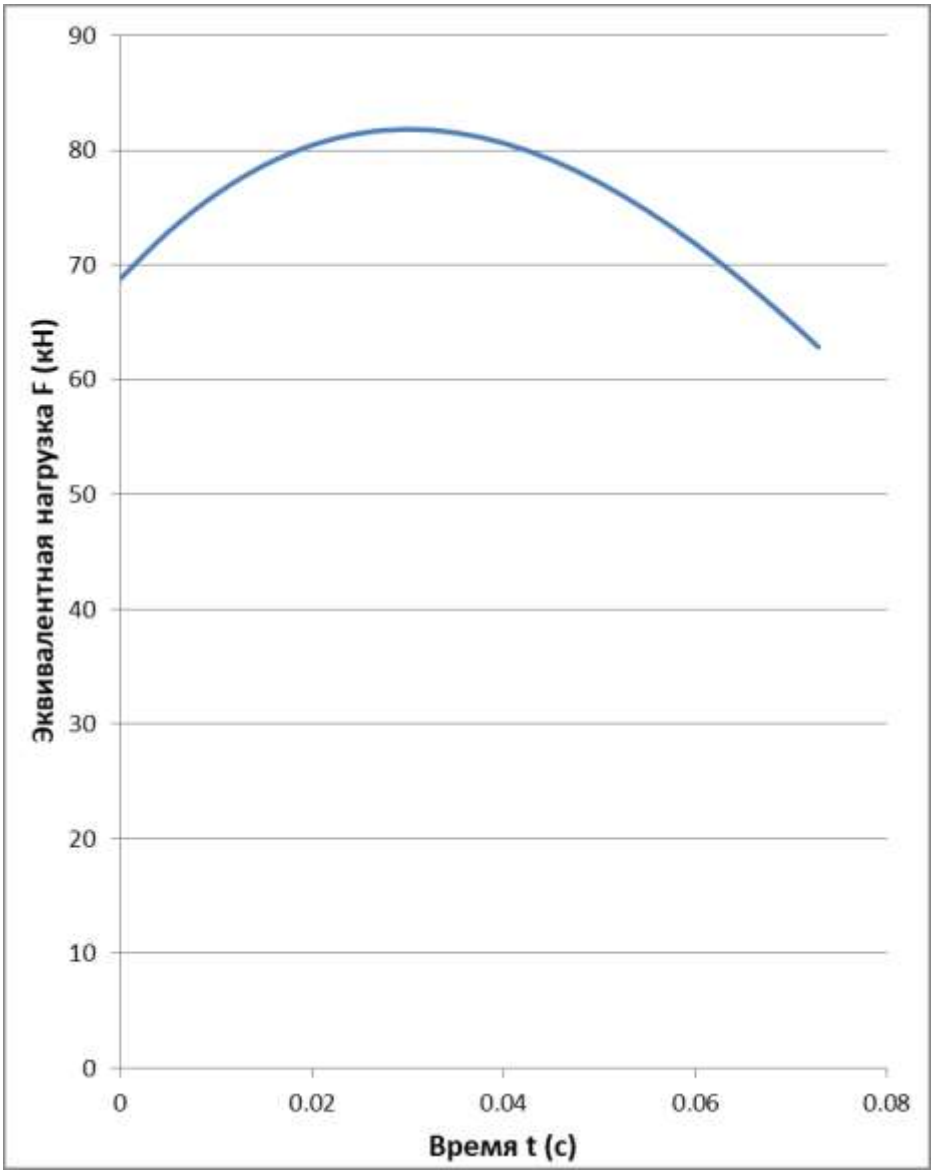


Рисунок 2 – Зависимость эквивалентной нагрузки от времени

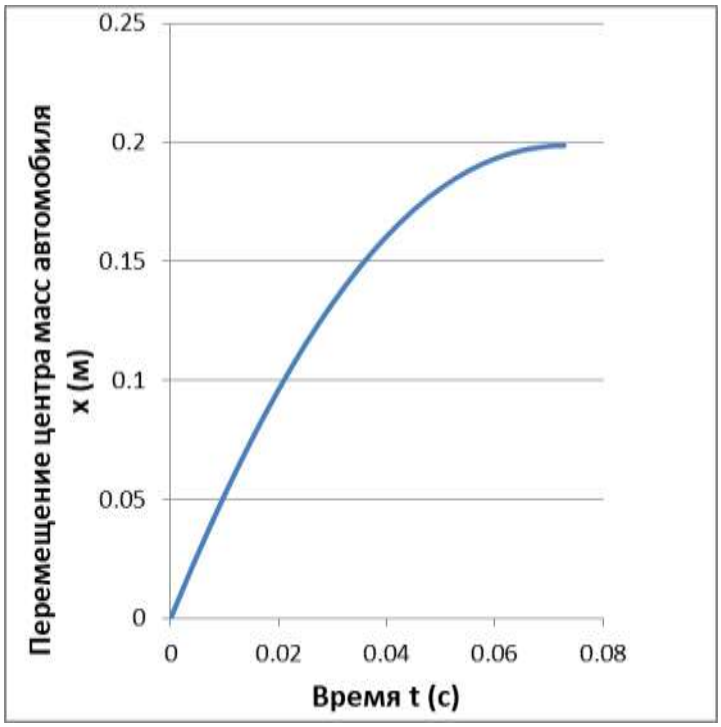


Рисунок 3 – Зависимость перемещения центра масс автомобиля от времени

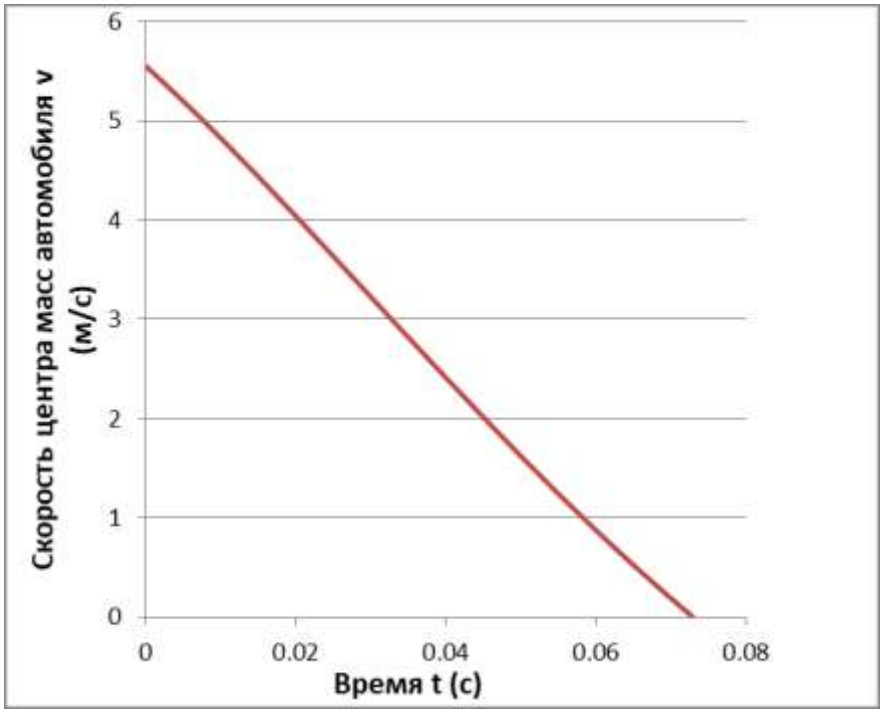


Рисунок 4 – Зависимость скорости центра масс автомобиля от времени

Из рисунка 2 видно, что значения эквивалентной нагрузки на препятствие даже при ударе автомобиля массой 1000 кг не опускаются ниже 62 кН, а максимальное значение составляет 81,84 кН, что значительно превышает требования СП. Очевидно, что для автомобилей массой 3500 кг эти нагрузки будут еще больше. Кроме этого, необходимо учитывать динамический характер

приложения нагрузки, которая будет вызывать в препятствии колебания, влияющие на его прочность. Все вышеперечисленное требует проведения моделирования прочностных характеристик препятствия во время удара.

Список литературы

1 СП 296.1325800.2017 Здания и сооружения. Особые воздействия. – Введен 2018-02-04. – М.: Стандартинформ, 2017. – 23 с.

2 Иларионов, В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: учебник для вузов / В.А. Иларионов. – М.: Транспорт, 1989. – 255 с. – ISBN 5-277-00374-6.

МОНИТОРИНГ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО И АДМИНИСТРАТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Руднев И.В., канд. техн. наук, доцент, Ашиккалиев А.Х.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Основными способами обеспечения безопасности эксплуатируемых зданий и сооружений, предусмотренных техническим регламентом «О безопасности зданий и сооружений» [1], являются, в том числе, проведение регулярных инструментальных обследований и мониторинга их технического состояния. В настоящее время система мониторинга регламентирована ГОСТ Р 22.1.12-2005. «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования». Нормативный документ распространяется на различные категории потенциально-опасных объектов, зданий и сооружений, подлежащих оснащению структурированными системами мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений (СМИС). Необходимость мониторинга технического состояния строительных конструкций может быть вызвана различными причинами, приведшими к снижению и/или непрерывно снижающими их надежность в процессе эксплуатации, в частности:

- некачественным проведением инженерно-геологических изысканий;
- недостаточной степенью проектной проработки конструктивных решений и расчета конструкций;
- нарушением технологии производства строительно-монтажных работ;
- фактическими конструктивными решениями, исполненными с нарушением требований проектной и нормативно-технической документации;
- принятием здания в эксплуатацию с не выполненными до конца работами, предусмотренными проектной документацией;
- ошибками в эксплуатации;
- форс-мажорными обстоятельствами, связанными с увеличением или появлением непредвиденных нагрузок.

Однако, как правило, к аварийной ситуации или разрушению зданий и сооружений приводит комплекс обстоятельств – то или иное сочетание отмеченных выше причин.

В качестве примера значительного снижения степени технического состояния приведем стальные конструкции покрытия трехпролетного помещения склада готовой продукции с пролетами 30 м, 18 м и 12 м, внутреннее пространство которого приведено на рисунке 1, в составе всего здания предприятия. В первый год эксплуатации здания в зимний период в аварийном состоянии оказались шесть ферм пролетом 30 метров, а в летний период этого же года - четыре фермы пролетом 12 метров. У 30-метровых ферм

произошла потеря устойчивости узловых фасонок с закручиванием укрупнительного узла верхнего пояса отправочных марок (рисунок №2, а) под действием снеговой нагрузки фактически равной расчетному значению, а у 12-метровых ферм летом произошла потеря устойчивости стержней верхнего пояса приопорных панелей (рисунок №2, б). Причиной указанного повреждения 30-метровых ферм явились ошибки в проектировании и расчете укрупнительного узла верхнего пояса отправочных марок стропильной фермы.

Рисунок 1- Внутреннее пространство склада готовой продукции

а) б)

Рисунок 2 - Дефекты стропильных ферм, создавших аварийную ситуацию: а) узел 30-метровой фермы после потери несущей способности фасонок; б) потеря устойчивости верхнего пояса 12-метровой фермы

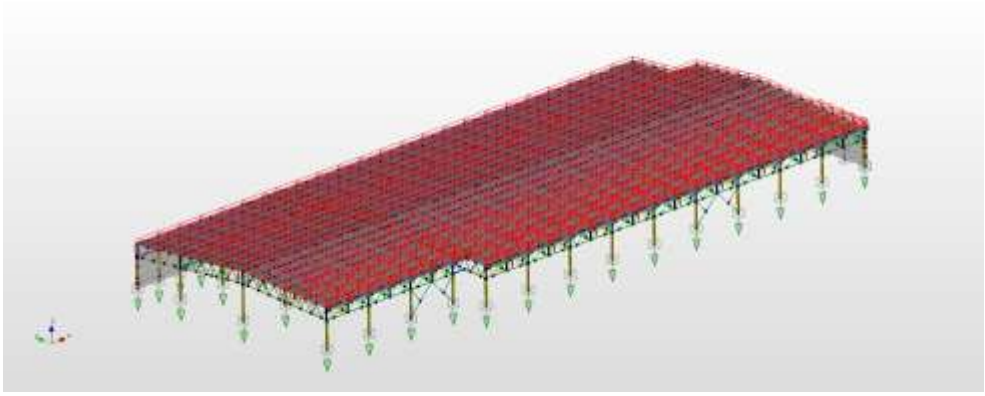
После проведения детального инструментального обследования с тщательным изучением имеющейся документации выявлено, что возможными причинами аварийных повреждений являются неравномерные осадки фундаментов, вызванные ошибками геологических изысканий, проектирования, недостаточным качеством исполнения строительно-монтажных работ и сейсмическим воздействием при взрывных работах, ведущихся на карьере в 3-5 километрах от здания. Несмотря на выполненное усиление стропильных конструкций в складе продолжаются неравномерные осадки пола, вызывающие его растрескивание и прогибы, как в складе, так и в других помещениях и цехах здания предприятия. Кроме этого, результаты измерения пространственного положения конструкций, выполненные геодезическими методами, ежегодно фиксируют осадки и смещения наружных элементов цеха, имеющего общую самонесущую стену с помещениями склада. Все эти факты безусловно вызывают беспокойство у собственников предприятия. При этом проведение регулярных инструментальных обследований в соответствии с [2] с установлением контроля и наблюдений в больших по площади и насыщенных несущими конструкциями цехах и помещениях предприятия, расположенного на значительном удалении от областного центра, дорогостоящее мероприятие, которое в случае быстрого накопления критических дефектов в конструкциях может оказаться не эффективным.

Для отслеживания степени и скорости изменения технического состояния объекта и принятия в случае необходимости экстренных мер по предотвращению его обрушения наиболее целесообразно спроектировать и смонтировать систему мониторинга строительных конструкций здания. В соответствии с п. 4.7 ГОСТ Р 22.1.12-2005 в состав СМИС должны входить, как правило [3, 4], следующие компоненты: комплекс измерительных средств, средств автоматизации и исполнительных механизмов; многофункциональная кабельная система; сеть передачи информации; автоматизированная система диспетчерского управления инженерными системами объектов; административные ресурсы.

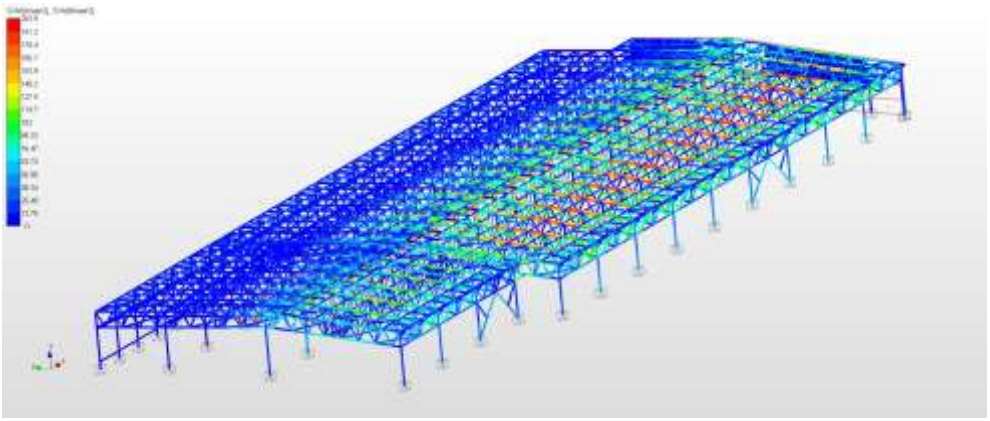
На первом этапе проектирования системы постоянного мониторинга необходимо создать математическую модель объекта, позволяющую выполнять инженерный расчет конструкций с учетом воздействия на конструкции всех контролируемых системой мониторинга параметров для определения фактического НДС на текущий момент времени.

На кафедре строительных конструкций Оренбургского государственного университета, имеющей большой опыт обследования и мониторинга зданий и сооружений, была создана и рассчитана конечно-элементная модель строительных конструкций склада готовой продукции, приведенная на рисунке 3 а, б. Модель создана в системе APM Multiphysics – отечественной CAE-системе автоматизированного расчета и проектирования конструкций, которая позволяет пользователю решать различные мульти-физические задачи для более точной оценки совместного влияния процессов разной физической природы на объект расчета. В частности, в расчет могут быть введены все виды фактически действующих на строительные конструкции склада нагрузки, в том числе,

динамические, соответствующие, сейсмическим воздействиям от плановых взрывов на карьере.



а)



б)

Рисунок 3 - Конечно-элементная модель склада для сравнения НДС при текущем мониторинге строительных конструкций: а) – пластинчато-стержневая модель с приложенными нагрузками; б) – карта напряжений в элементах конструкций.

Далее, на основании анализа существующих средств экспериментального измерения параметров НДС, предполагается спроектировать и создать автоматизированную систему, состоящую из следующих основных элементов:

- датчиков параметров НДС (инклинометры, тензодатчики и т.д.);
- системы сбора и первичной обработки данных;
- системы анализа НДС, отображения и визуализации, позволяющая на основании сравнения фактических данных с результатами расчета математической модели определять фактическое техническое состояния конструкций с выводом на пульт оператора параметров фактического технического состояния.

При современном развитии и стоимости цифровых технологий, аппаратных систем и наличии на рынке датчиков для отслеживания параметров

напряженно-деформированного состояния конструкций применение систем автоматизированного мониторинга за техническим состоянием строительных конструкций становится доступной и актуальной для уже эксплуатируемых зданий производственного и административного назначения, что позволяет значительно увеличить сроки между периодическими инструментальными обследованиями.

Список литературы

1. Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" [Электронный ресурс] / - 2009 (ред. 2013). – 33 с. - Режим доступа: https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-30122009-n-384-fz-tekhnicheskii/

2. ГОСТ Р 53778–2010. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – М: Стандартинформ, 2010 – 90 с.

3. Матвеев, В.Е. Проектирование стационарной системы мониторинга несущих конструкций покрытий большепролетных сооружений на примере центра по хоккею с мячом и конькобежным видам спорта в г. Иркутске / В.Е. Матвеев, И.П. Пинайкин // Universum: технические науки – 2021 – №4 (85) – С. 23–30

4. Болдырев, Г.Г. Системы мониторинга зданий и сооружений [Электронный ресурс]: Г.Г. Болдырев, П.В. Нестеров, А.А. Живаев, Д.Н. Валеев / Предотвращение аварий зданий и сооружений - Вып. 10. - 2011. - 439 с. : ил., цв. ил., табл. - Режим доступа: https://pamag.ru/pressa/sm-skzis

ПРОБЛЕМЫ АЭРАЦИИ КОТЛОТУРБИННОГО ЦЕХА САКМАРСКОЙ ТЭЦ

Руднев И.В., канд. техн. наук, доцент,
Воронцов Д.А., Тонких В.В.
Федеральное государственное бюджетноеобразовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Здание главного корпуса находится на промышленной площадке Сакмарской ТЭЦ по адресу: Оренбургская область, г. Оренбург, ул. Энергетиков, дом № 1, и входит в состав опасного производственного объекта «Площадка главного корпуса Сакмарской ТЭЦ».

Котельное отделение предназначено для установки энергетических котлов и вспомогательного оборудования. Основным вредным фактором при обслуживании оборудования котельного отделения является избыточное тепловыделение. В процессе работы котлов при сжигании газа или мазута выделяется излишки тепла и пара, которые повышают общую температуру цеха и приборов. Удаление теплого воздуха производится из верхней зоны котельного отделения посредством естественной и принудительной вентиляции.

Основной объем теплого воздуха удаляется при помощи организованной регулируемой естественной вентиляции – аэрации [1]. Аэрацией называется организованный естественный воздухообмен, происходящий в цехах под действием ветра, а при наличии источников теплоты — под действием ветра и разности плотностей наружного и внутреннего воздуха. Аэрация обеспечивает подачу в помещение большого количества наружного воздуха при незначительных перепадах давления, также является экономичным видом вентиляции, так как не требует затрат электроэнергии в процессе эксплуатации. Другим ее преимуществом является возможность подачи в цех больших количеств свежего воздуха. Аэрационная схема здания состоит из системы приточных и вытяжных отверстий, допускающих регулирование поступающего и удаляемого воздуха. На рисунках 1, 2 показано движение потоков воздуха в цехе, обеспечивающих отвод тепла от котлов, в результате аэрации

Для естественного притока уличного воздуха в здании цеха предусмотрены фрамуги. Также для создания организованного притока в нижнюю зону помещения котельного отделения установлены девять приточных установок, расставленные таким образом, чтобы полностью исключить застойные зоны. Элементы аэрационных систем (фрамуг и приточных установок) схематично показаны на рисунке 2.

Для удаления воздуха из помещения на отм. +42,0 м котельного отделения установлены незадуваемые аэрационные фонари, выделенные на разрезе здания (смотри рисунок 1).

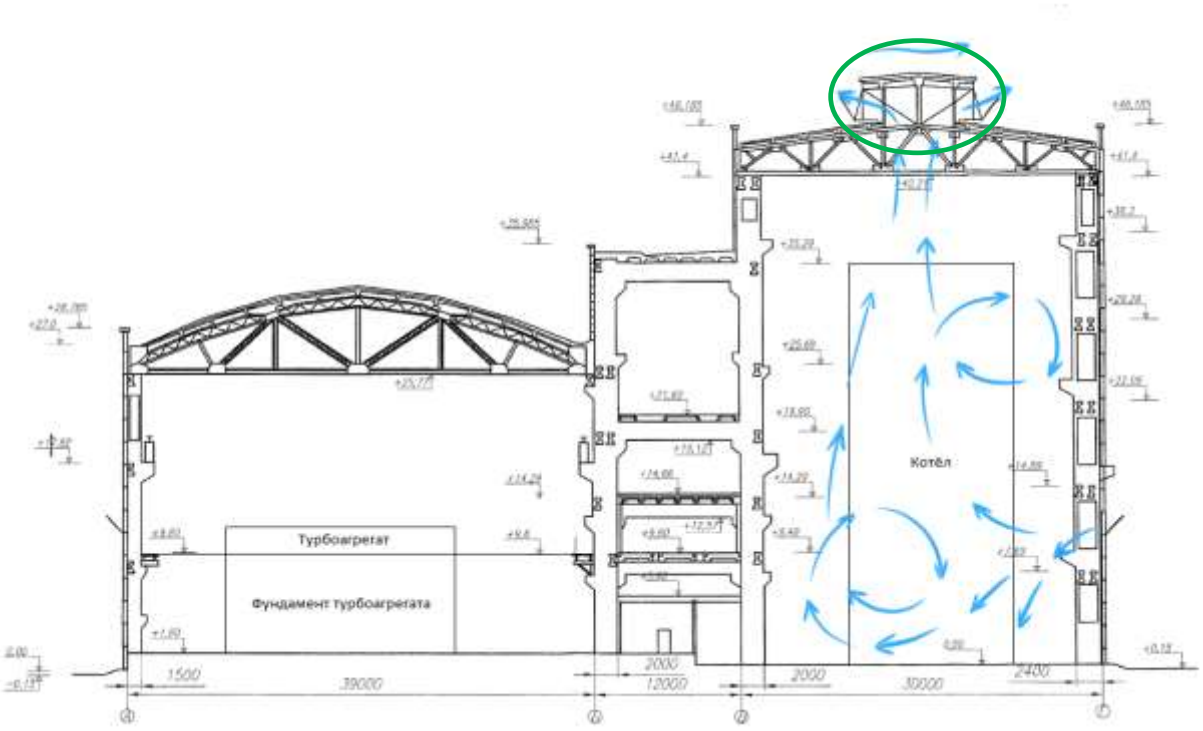


Рисунок 1 – Разрез с аэрационными потоками воздуха

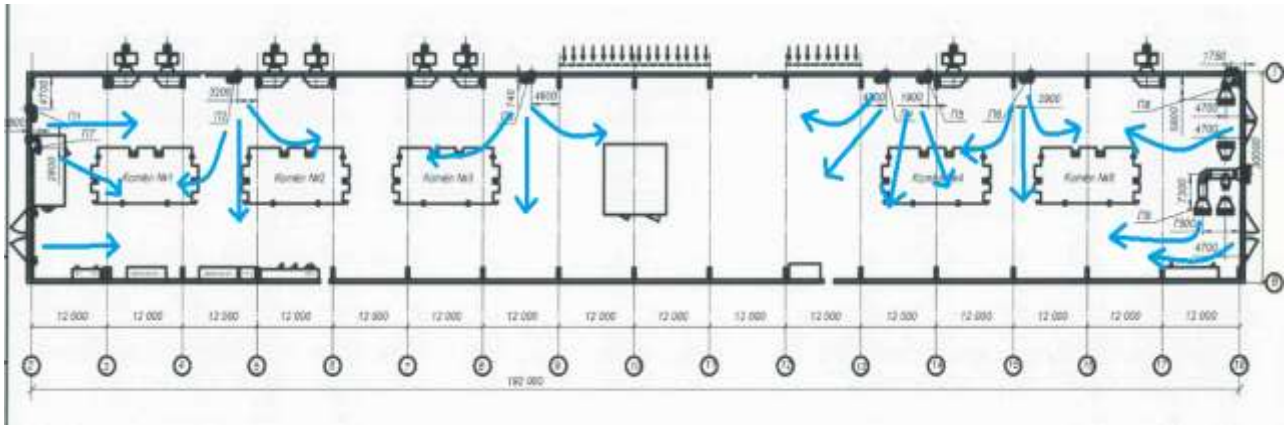


Рисунок 2 – План расположения котлов и направление аэрации

Конструктивное решение (смотри рисунок 3) и техническое состояние аэрационного фонаря в целом и подвижных фрамуг в частности оказывает огромное влияние на аэрацию цеха, эксплуатируемого более 50 лет. И если конструктивное решение аэрационного фонаря обеспечивало на протяжении всего срока эксплуатации необходимую степень аэрации цеха, то техническое состояние и эксплуатационная надежность конструкций фонаря, в том числе по восприятию внешних воздействий и теплозащиты здания [2, 3], значительно снизилось. Этот факт выявлен в результате проведенного в 2023 году обследования.

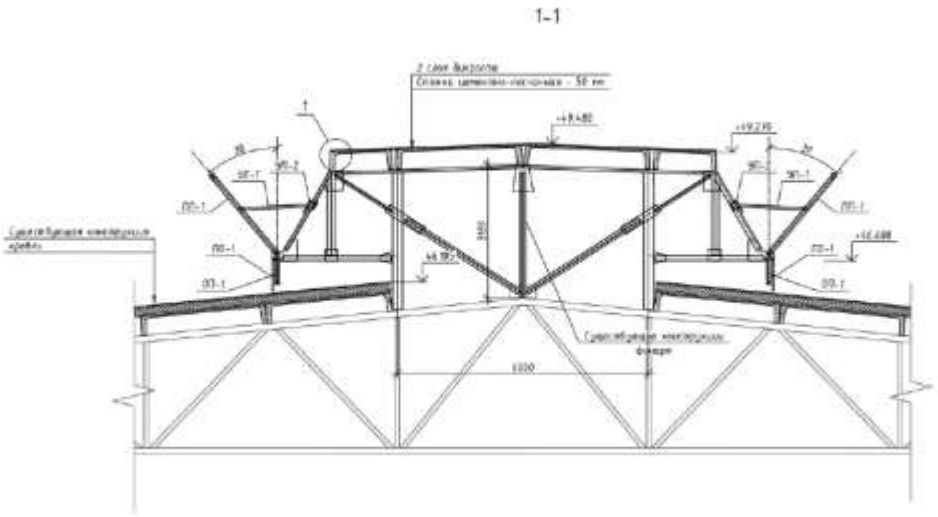


Рисунок 3 - Конструктивное решение аэрационного фонаря котлотурбинного цеха

По результатам обследования сооружения аэрационного фонаря специализированной организации были сделаны следующие выводы, (смотри рисунок №4).

1. Конструкции фонаря пришли в негодность в процессе эксплуатации. Выявлено разрушение металлоконструкций, повреждены механизмы открытия и закрытия фрамуг, обрушение 50% поворотных плит, регулирующих потоки воздуха входящих и выходящих из котлотурбинного цеха.

2. Геометрические параметры аэрационного фонаря и степень морального износа не обеспечивают отвод горячих и загрязненных потоков воздуха из котлотурбинного цеха со смонтированным новым оборудованием повышенной производительности.

а) б)

Рисунок 4 – Фактическое состояние аэрационного фонаря котлотурбинного цеха Сакмарской ТЭЦ: а) разрушение несущих конструкций аэрационного фонаря; б) повреждение и выпадение аэрационных фрамуг.

Таким образом, моральный и физический износ системы аэрации цеха вызвало необходимость ее реконструкции с модернизацией оборудования для аэрации в соответствии с рекомендациями [4-6], что в соответствии с нормативно-технической документацией вызывает необходимость обеспечения современных требований по дальнейшей безопасной эксплуатации котлотурбинного цеха в целом.

Список литературы

1. СП 363.1325800.2017. «Покрытия светопрозрачные и фонари зданий и сооружений». / М.: Стандартинформ. 2018. – 35 с.
2. СП 20.13330.2016. «Нагрузки и воздействия». / М.: Стандартинформ. 2018. – 95 с.
3. СП 50.13330.2012. «Тепловая защита зданий». / М.: Минрегион России. 2012. – 82 с.
4. АЗ - 901. Рекомендации по расчету аэрации и смешанной вентиляции производственных помещений. // Союзсантехпроект, Государственный проектный институт, Сантехпроект. / Госстрой СССР. - М.: Стройиздат 1984. – 87 с.
5. Батурин В.В. Основы промышленной вентиляции. Четвертое, сокращенное издание / М.: Профиздат, 1990. – 448 с.
6. В. Н. Талиев. Аэродинамика вентиляции: Учеб. Пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1979. – 295 с., ил.

ДЕРЕВЯННЫЕ КАРКАСЫ ИЗ БРУСА ДЛЯ ЗДАНИЙ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ ЭТАЖНОСТИ

Руднев И.В., канд. техн. наук, доцент, Нечаев А.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Введение в действие на территории Российской Федерации СП451 и СП452, наряду с действующим СП 16.13330.2020 [1÷3], регламентирующих порядок проектирования общественных и жилых зданий с применением деревянных конструкций, позволяет возводить многоэтажные здания высотой до 28 м, вместо ранее разрешенных максимум 3 этажей, что расширяют область применения деревянных конструкций с точки зрения пожарной безопасности. В постановлении Правительства РФ от 18 ноября 2022 года №2093 [4] утверждаются правила предоставления субсидий производителям деревянных домокомплектов на возмещение выпадающих доходов, связанных со скидками физическим лицам на приобретение таких домокомплектов. Рекомендации Правительства от 20 ноября 2023 года [5] позволяют задействовать существенные резервы внутреннего спроса на древесину. Соответствующие задачи поставлены Стратегией развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года и Стратегией развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года. На рисунке 1 приведен график роста объемов деревянного строительства, начиная с 2021 года, с прогнозом до 2030 года.

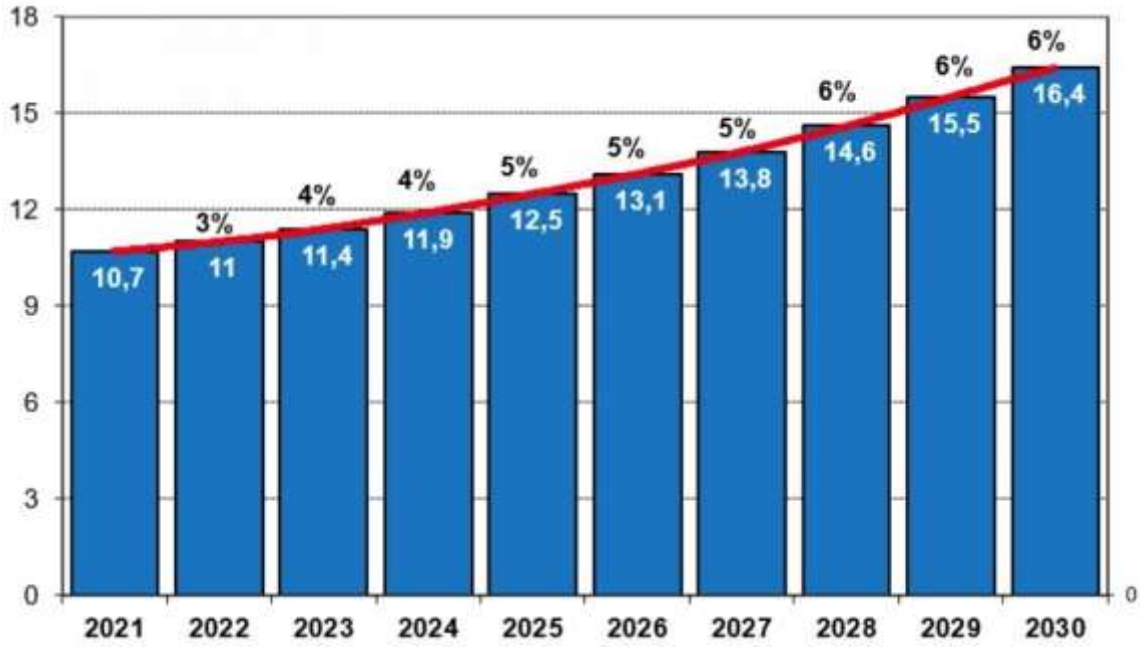


Рисунок 1 – Прогноз роста объема деревянного строительства в России, млн. м^2

На диаграмме видно, что прогнозируемый годовой прирост объемов деревянного строительства будет увеличиваться 2÷3% ежегодно.

Одним из векторов развития деревянного домостроения является строительство многоэтажных каркасных зданий с большой степенью заводской готовности. Опыт мирового деревянного домостроения свидетельствует о том, что заводская сборка элементов каркасных зданий, а также простота монтажа строительных компонентов из дерева в сочетании с экономичностью и положительными экологическими характеристиками древесины делают его пригодным для интенсивного использования в строительстве общественных и жилых зданий. Каркас представляет собой систему, состоящую из стержневых несущих вертикальных элементов (стоек, колонн) и горизонтальных балок (ригелей), объединенных жесткими горизонтальными дисками перекрытий и системой вертикальных связей. Современная каркасная технология строительства деревянных зданий имеет несколько разновидностей. В малоэтажном домостроении большое распространение получил стоечно-балочный каркас, формируемый из досок, устанавливаемых с шагом около 600 мм, соединяемых верхней и нижней обвязкой из доски или бруса, с утеплением между стойками и обшивкой листовыми материалами, такими как ОСП (ориентированно-стружечная плита) или влагостойкая фанера. Так же одной из технологий строительства каркасных деревянных домов является технология возведения несущих систем, в которых для силового каркаса применяется брус, а не доска, и который может устанавливаться с гораздо большим шагом. Одним из вариантов возведение каркасов из бруса является монтаж зданий по так называемой технологии Timber frame, что так и переводится «брусковый каркас».

На рисунках 4, 5 показаны примеры конструктивных решений домов с каркасами из доски и бруса соответственно.

Рисунок 2 – Конструктивное решение дома с каркасом из досок, установленных с шагом 600 мм

Рисунок 3 – Каркасное здание, построенное по технологии Timber frame

Одним из преимуществ применения бруса в каркасах здания является рациональное использование древесины при распиловке. Это связано с глобальным ухудшением качества строительной древесины (снижением сортности) из-за увеличения количества дефектов от наружной поверхности дерева, связанного с изменением климата и экологии, что также приводит к снижению количества и уменьшению длины досок первого и второго сорта, получаемых из ствола дерева. При этом дополнительная распиловка бревна на доски тоже приводит к потере объема обработанной древесины. Кроме этого, при применении бруса стеновое заполнение между стойками каркаса может быть выполнено из разных материалов: СИП-панелей и других композитных панелей из материалов на основе древесины, кирпича, пено- и газоблоков, ракушечника, самана, панорамное остекление, в том числе безрамное, и т.д. Каркас при этом может оставаться открытым, увеличивая эффектность экстерьера и интерьера здания.

Еще одним преимуществом при проектировании здания на деревянном каркасе из бруса имеется возможность оптимизировать параметры каркаса и его элементов под здания различного назначения и объемно-планировочного решения, что, также обеспечивает рациональное использование древесины.

Ниже приведены основные методы параметрической оптимизации каркасов.

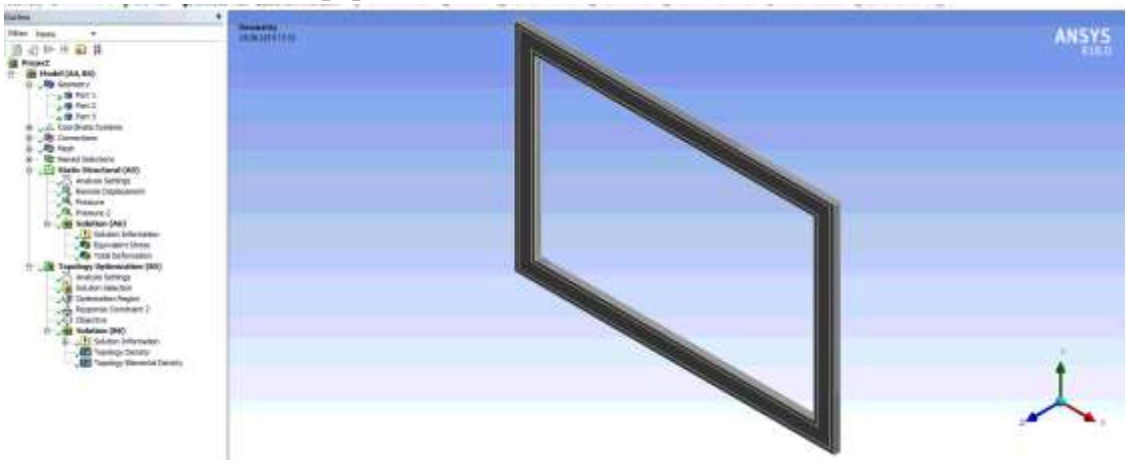
1) Увеличение концентрации материала. Зачастую, наиболее выгодно увеличить массу некоторых несущих конструкций во избежание увеличения их количества.

2) Наиболее полное использование прочности всего объема материала в конструкциях. Данный метод характеризуется применением растянутых поверхностей, напряженных по всей площади одинаково, и регулированием

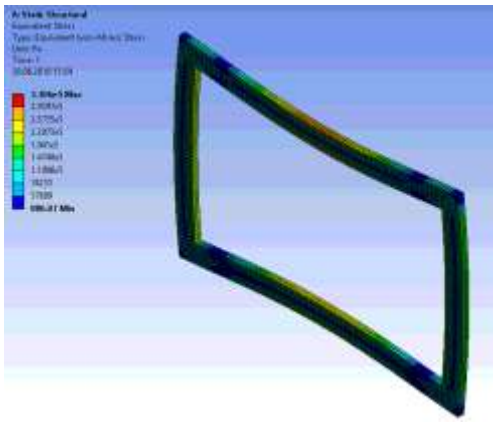
усилий в плоских и пространственных конструкциях, включая предварительное напряжение. Численным показателем реализации этого принципа в конструкциях может служить, так называемая, «нагруженность», т.е. показатель, в котором учитываются уровень напряжений в конструкциях и объем их материала.

3) Совмещение функций элементов. Примером может служить включение панели перекрытия в работу ригеля каркаса, что, соответственно, влияет на уменьшение веса ригеля.

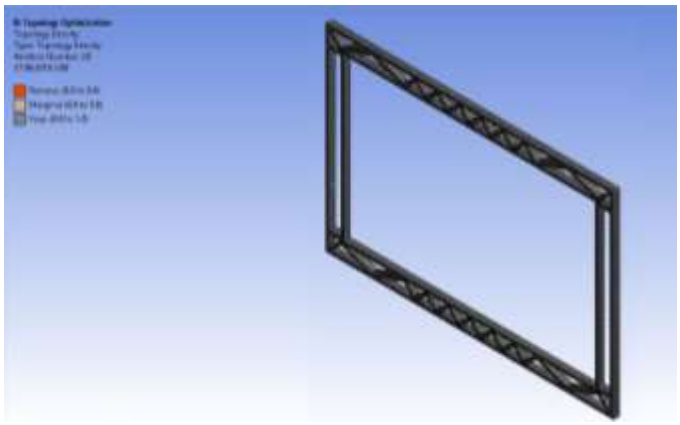
Параметрическая оптимизация может быть эффективно применена при проектировании и строительстве типовых зданий, с типовым шагом несущих конструкций. При расчете нестандартных индивидуальных каркасов зданий и сооружений может быть использована топологическая оптимизация на основе конечно-элементного анализа конструкции. В качестве примера топологической оптимизации конструкций на рисунках 5 а), б), в) приведены этапы топологической оптимизации замкнутой рамы в программном комплексе ANSYS Workbench [6].



а)



б)



в)

Рисунок 5 – Этапы топологической оптимизации замкнутой рамы в программном комплексе ANSYS Workbench: а) твердотельная конечно-элементная модель; б) результаты статического расчета (карта напряжений) в) результаты топологической оптимизации после 60 итераций

В результате топологической оптимизации замкнутой рамы удалось снизить вес элементов на 40÷50%.

К недостаткам существующих каркасов из цельных брусьев можно отнести технологию сборки на наиболее распространенных видах соединений типа «ласточкин хвост», узлы с фиксацией нагелями, которые достаточно сложно реализуются по сравнению, например, соединений дощатого каркаса на гвоздевом забое.

Одним из перспективных видов соединения деревянных конструкций являются соединения на вклеенных в древесину пластинах (смотри рисунок 8), разработанные на кафедре строительных конструкций ОГУ [7]. По результатам исследований доказано, что применение пластин в соединениях брусьев позволяет снизить металлоемкость стыка и расход клея, количество отходов древесины за счет использования прямоугольной формы сечения (полосы), оптимизировать при необходимости форму пластин, повысить технологичность изготовления стыка, снизить трудоемкость и повысить качество сборки и монтажа элементов деревянных конструкций.

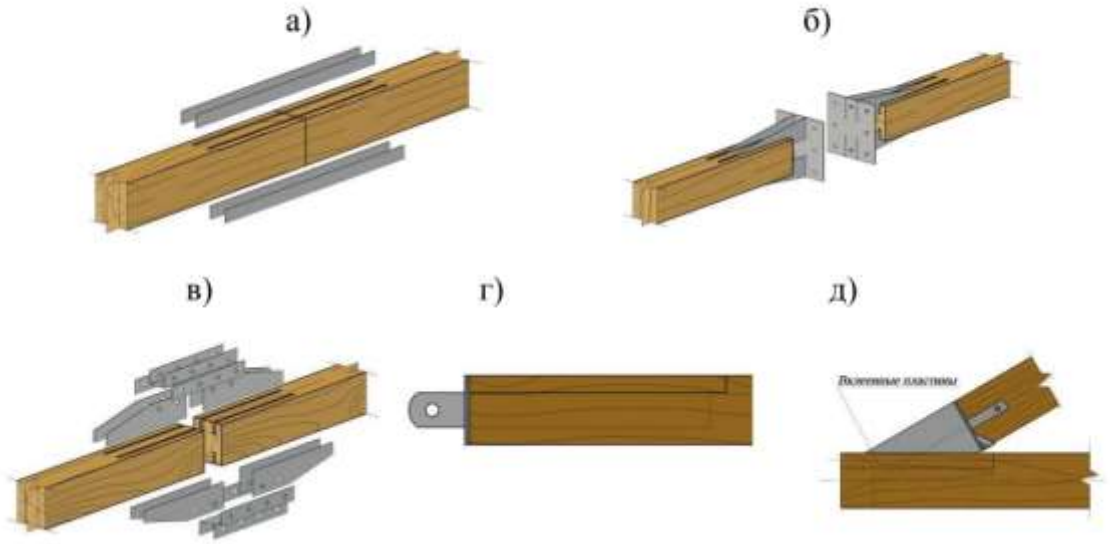


Рисунок 8 - Варианты узловых соединений деревянных конструкций на стальных вклеенных пластинах: а) неразъемный стык; б), в) разъемный стык; г) элемент структурного покрытия; д) опорный узел фермы

Проектирование каркасов из бруса оптимального объемно-планировочного и конструктивного решений является актуальной задачей деревянного домостроения, позволяющее рационально использовать древесину при обеспечении эксплуатационной надежности здания в целом. Развитие данного направления строительной отрасли требует так же разработку новых и улучшение существующих узлов соединения деревянных конструкций. Применение узловых соединений для элементов деревянного каркаса на вклеенных в бруски пластинах, разрабатываемых на кафедре строительных конструкций ОГУ, полноценно обеспечит требуемые параметры каркаса, его прочностные и жесткостные качества.

Список литературы

1. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80 / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко – институт АО «НИЦ «Строительство» - М. 2017 – 87 с.

2. СП 451.1325800.2019. Здания жилые многоквартирные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко – институт АО «НИЦ «Строительство» - М. 2019 – 20 с.

3. СП 452.1325800.2019. Здания общественные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко – институт АО «НИЦ «Строительство» - М. 2019 – 27 с.

4. Постановление Правительства РФ от 18 ноября 2022 г. N 2093 "Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета производителям деревянных домокомплектов на возмещение выпадающих доходов, связанных с предоставлением скидки физическим лицам на покупку таких деревянных домокомплектов".

5. Рекомендации Совета федерации федерального собрания российской федерации от 2 ноября 2023 года ««Перспективы развития деревянного домостроения в Российской Федерации».

6. Соболев М.М. Выпускная квалификационная работа. Руководитель Руднев И.В. / Архив кафедры СК ОГУ.

7. И.В. Руднев, В. И. Жаданов, С.В. Лисов. Соединения элементов деревянных конструкций с применением вклеенных стальных пластин / Известия вузов. Строительство. 2014. №4 – 5-12 с.

МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О ЗАМЕНЕ УЧАСТКА ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

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

Система теплоснабжения в Российской Федерации действительно состоит из значительного количества локальных систем, обслуживаемых множеством предприятий. Эти системы включают в себя разнообразные компоненты, такие как котельные агрегаты, насосное оборудование, магистральные и внутриквартальные тепловые сети, а также внутренние системы зданий. Важно отметить, что все эти компоненты работают в согласованном режиме для обеспечения непрерывного функционирования всей системы теплоснабжения.

Да, это действительно проблема, с которой сталкиваются многие теплоснабжающие системы в России. Один из основных факторов потерь тепловой энергии при транспортировке - это устаревшие тепловые сети, которые не соответствуют современным стандартам по изоляции и эффективности. Также важным фактором является недостаточное техническое обслуживание и контроль за состоянием сетей.

Для уменьшения потерь тепловой энергии необходимо проводить модернизацию и реконструкцию существующих тепловых сетей, включая замену устаревших материалов изоляции на более современные и эффективные, а также внедрение современных технологий контроля и управления. Кроме того, важно развивать новые подходы к проектированию и строительству тепловых сетей, чтобы они соответствовали современным стандартам энергоэффективности.

Протяженность тепловых сетей является значительным фактором, влияющим на потери тепловой энергии. Чем больше расстояние между теплопроизводящими и потребляющими объектами, тем больше потери тепла из-за тепловых сетей.

Для уменьшения этих потерь можно использовать различные методы, такие как установка более эффективных изоляционных материалов, оптимизация режимов работы системы, внедрение технологий регулирования температуры и давления, а также использование теплоаккумулирующих устройств для снижения нагрузки на сеть в периоды пикового спроса. Также важно проводить регулярное техническое обслуживание и мониторинг состояния тепловых сетей для своевременного выявления и устранения утечек.

Выбор способа прокладки тепловой сети и оптимального маршрута имеет огромное значение для минимизации потерь энергии. Например, использование неподходящих материалов для изоляции или неправильный выбор диаметра трубы может привести к увеличению теплопотерь. Кроме того, необходимо учитывать географические особенности местности, наличие подземных

коммуникаций, геологические особенности и другие факторы при выборе оптимального маршрута для прокладки тепловой сети.

Для уменьшения потерь энергии важно проводить тщательное проектирование тепловых сетей с учетом всех вышеперечисленных факторов, а также использовать передовые технологии и методы прокладки, которые позволяют минимизировать потери тепловой энергии.

Кроме того, использование устаревших материалов для теплоизоляции также способствует потере энергии. Если материалы не обладают достаточной теплоизоляцией, то энергия будет тратиться на нагрев окружающей среды.

Да, проведение сравнительного анализа методов прокладки тепловой сети с учетом региональных особенностей местности является важным шагом при обновлении и модернизации системы теплоснабжения. Различные методы прокладки, такие как открытая, закрытая, безвредная, имеют свои преимущества и недостатки, которые нужно учитывать при выборе наиболее эффективного способа.

Например, в горных районах или на местности с плохим грунтом может быть предпочтительным использование безвредной прокладки, чтобы избежать повреждения природы и сохранить ее целостность. В то же время, в густонаселенных городских районах может быть более эффективным использование закрытой прокладки, чтобы избежать повреждений инфраструктуры и минимизировать простои во время работ.

Также важно учитывать факторы, такие как стоимость материалов и трудозатраты при выборе метода прокладки. Некоторые методы могут быть более затратными, но при этом обеспечивать более долгий срок службы и меньшие потери энергии.

В целом, проведение сравнительного анализа методов прокладки тепловой сети с учетом региональных особенностей поможет выбрать оптимальное решение, которое позволит продлить срок службы системы и повысить ее эффективность.

Бесканальная прокладка тепловых сетей обычно используется при новом строительстве или реконструкции системы теплоснабжения. Этот метод прокладки позволяет избежать повреждения инфраструктуры и минимизировать простои во время работ.

Традиционная прокладка тепловых сетей, с использованием каналов, обычно применяется при капитальном ремонте отдельных участков трубопровода. Этот метод может быть более затратным и требовать больше времени и трудозатрат, но он позволяет заменить поврежденные участки и обеспечить надежную работу системы.

В обоих случаях важно учитывать региональные особенности местности, такие как грунтовые условия, наличие подземных коммуникаций и другие факторы, чтобы выбрать наиболее подходящий метод прокладки. Сравнительный анализ различных методов поможет определить оптимальное решение для каждого конкретного случая.

Выбор способа прокладки определяется исходя из условий местности и сравнения технико-экономических вариантов с учетом как строительных, так и эксплуатационных затрат. Подземную прокладку тепловых сетей по способу монтажа можно разделить на канальный, бесканальный и бестраншейный методы. При канальном способе трубопровод прокладывается в специальном канале и покрывается гидроизоляционным материалом. Трубопроводы могут быть непроходными, проходными или полупроходными.

Каналы для прокладки тепловых сетей могут быть изготовлены из сборного сплошного железобетона или монолитного, в зависимости от условий строительства и требований проекта.

Глубина заложения лотка определяется различными факторами, включая минимальный объем земляных работ и равномерное распределение нагрузок на плиту при движении транспорта. Оптимальная глубина заложения может быть рассчитана инженерами проекта с учетом этих факторов.

Что касается кабельно-проводниковых лотков, они широко используются для прокладки электрических кабелей и проводов. Эти лотки обычно имеют закрытую конструкцию и предназначены для защиты кабелей от внешних воздействий и удобного доступа для обслуживания и ремонта.

Важно учесть требования проекта и местные нормативы при выборе типа канала и метода прокладки для конкретного проекта.

Использование сквозных и проходных каналов для прокладки подземных коммуникаций. Сквозные каналы позволяют снизить количество вырезов в дорожном покрытии и упростить доступ к коммуникациям для обслуживания и ремонта. Они могут быть использованы для прокладки трубопроводов, кабелей, водостоков и других коммуникаций.

Проходные каналы, как вы правильно отметили, используются для прокладки коммуникаций под оживленными дорогами. Они обычно имеют специальную конструкцию, которая позволяет сохранить прочность дорожного покрытия и обеспечить безопасность движения транспорта. Проходные каналы могут быть изготовлены из различных материалов, таких как железобетон, полимеры или металл.

Важно учесть требования проекта и местные нормативы при выборе типа канала и метода прокладки для конкретного проекта подземных коммуникаций.

Каналы для прокладки подземных коммуникаций могут быть изготовлены из цельного или сборного железобетона. Цельный железобетонный канал обычно изготавливается на месте строительства и представляет собой монолитную конструкцию. Сборные железобетонные каналы, в свою очередь, изготавливаются заранее в заводских условиях и затем доставляются на строительную площадку для монтажа.

Коллекторы, как вы правильно отметили, обеспечивают свободный доступ обслуживающего персонала к трубопроводу для осмотра и устранения аварий. Они могут иметь различные размеры и формы в зависимости от требований проекта и типа коммуникаций, которые они содержат.

Минимальная высота таких каналов обычно составляет 1,8 метра, чтобы обеспечить достаточное пространство для работы и обслуживания.

Важно учесть требования проекта, местные нормативы и условия эксплуатации при выборе типа и размеров каналов для конкретного проекта подземных коммуникаций.

Полупроходные каналы часто используются в ограниченных пространствах или для прокладки коротких участков под крупными инженерными сооружениями. Они обычно имеют более компактные размеры и меньшую высоту по сравнению с полными проходными каналами.

Полупроходные каналы могут использоваться, например, для прокладки коммуникаций под дорогами, железными дорогами, аэропортами, туннелями или другими большими сооружениями. Они позволяют минимизировать воздействие на окружающую среду и существующую инфраструктуру, так как требуют меньшего количества земляных работ и обеспечивают более компактное размещение коммуникаций.

Полупроходные каналы могут быть выполнены из различных материалов, включая железобетон, пластик или металл, в зависимости от требований проекта и условий эксплуатации. Важно учесть требования проекта и местные нормативы при выборе типа и размеров полупроходных каналов для конкретного проекта.

Анализ литературы по методам теплообмена в тепловых сетях показывает, что каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. Наличие информации об этих показателях позволило бы наиболее эффективно применять модели принятия решений и предварительно определить их надежность и эффективность в эксплуатации. Полученные данные будут использованы при выполнении ВКР на тему: «Анализ моделей принятия решения о замене участка тепловой сети».

Список литературы

1. Дондоков Ю. Ж. Обоснование основных параметров секционного решетного сепаратора для очистки зерна с блоком загрузочных решет: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.20.01 / Вост.-Сиб. гос. технол. ун-т. - Улан-Удэ, 2003. - 22 с.

2. Москалёв И. Л., Литвак В. В. Повреждаемость основных узлов сетей теплоснабжения городов Российской Федерации // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2015. – Т. 326, № 7. – С. 70-80.

3. Castelar R., Martínez-Estrella J., Garcia-Gutierrez A., Canchola-Félix I., Jacobo-Galván P., Miranda-Herrera C., Mora-Perez O. (2015). Analysis of the Heat Losses in the Cerro Prieto Geothermal Field Transportation Network Based on Thermal Insulation Condition of Steam Pipelines: A Quantitative Assessment. World Geotherm. Congr. 2015. Melbourne, Australia, 9 p.

4. Lund H., Østergaard P. A., Chang M., Werner S., Svendsen S., Sorknæs P., Thorsen J. E., Hvelplund F., Mortensen B. O. G., Mathiesen B. V., Bojesen C.,

Duic N., Zhang X., Möller B. (2018) The status of 4th generation district heating: Research and results. Energy, Vol. 164, pp. 147-159. https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.08.206

5. Atkinson E.A., Banker R.D., Kaplan R.S., Yung M.S. Upravlencheskii uchet. — SPb.: OOO «Dialektika», 2019. –

S. 504 – 505. – 880 s.

6. Muzyko E.I. Investitsii v innovatsionnye proekty: novye metody i podkhody k otsenke. Gosudarstvennoe i munitsipal'noe upravlenie. Uchenye zapiski SKAGS. 2015. № 1. S. 79-89. [Elektronnyi resurs] / Rezhim dostupa: https://elibrary.ru/download/elibrary_23142654_17157266.pdf

7. Strenadko I.M., Chuiko D.E., Tsytserov E.N. Prakticheskii opyt diagnostiki i otsenki sostoyaniya truboprovodov teplovykh setei s ispol'zovaniem vnutritrubnykh defektoskopov [Elektronnyi resurs] / Режим доступа: https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=2939

ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННЫХ БОЛЬШИХ ГОРОДОВ РОССИИ

Саттаров Д. Н.
Федеральное государственное бюджетное образовательно учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Два основных обстоятельства последних 30 лет драматическим образом изменили условия дорожного движения в городах России. Первый из них ускоренный рост парка частных автомобилей. Второй повсеместное сооружение крупных объектов недвижимости, не сопровождавшееся адекватными улучшениями в части общественного транспорта и улично-дорожной сети. Все больше и больше россиян покупают автомобили и пытаются в полной мере воспользоваться открывающимися в этой связи благами индивидуальной мобильности. С ростом парка автомобилей, однако, быстро растет частота и продолжительность автомобильных пробок. Проблемы, которые испытывают сегодня российские города, очень схожи на те, с которыми западные города столкнулись на начальном этапе массовой автомобилизации. К этому порочному кругу добавлялась неконтролируемая парковка и пренебрежение интересами пешеходов. Все это вместе привело к дальнейшему ухудшению качества жизни в городах. Проблема усугублялась постоянным и мощным давлением, под которым находились как транспортные эксперты, так и политические лидеры: горожане, все более значительная часть которых становилась автовладельцами, настоятельно требовали улучшения условий автомобильных поездок [1].

В течение длительного времени в нашей стране приоритет в развитии транспортного обслуживания отдавался общественному пассажирскому транспорту и в качестве расчетного значения для городов уровень автомобилизации принимался равным 60 автомобилей на 1000 жителей. Именно на этот уровень автомобилизации и была создана вся транспортная инфраструктура и система управления дорожным движением современных российских городов. Как показала практика это было ошибочное решение. Для решения создавшего проблемы нужно ряд мер [2].

Первейшим и наиболее дорогостоящим мероприятием является развитие улично-дорожной сети города. В условиях интенсивной автомобилизации долю улично-дорожной сети в балансе территории городов необходимо увеличить с обычных 8–10 до 20%, что требует корректировки действующих и создания новых нормативных документов и руководств по проектированию планировки и застройке магистральных улиц, площадей, транспортных узлов.

В первую очередь необходимо предусмотреть строительство новых магистралей и перехватывающих дуг, позволяющих обходить центр города и территории с высоким уровнем загрузки движением [3].

Увеличение плотности улично-дорожной сети возможно за счет

разукрупнения межмагистральных территорий и формирования сети жилых улиц в районах новой и реконструируемой застройки, разукрупнения коммунально-складских и производственных зон, строительства внеуличной сети магистралей.

В районах массовой жилой застройки необходимо увеличить за счет разукрупнения кварталов и микрорайонов сеть жилых улиц, улучшающих не только транспортное обслуживание селитебных территорий, но и значительно облегчающих проблему парковок автомобилей постоянного городского населения.

В общем, для улучшения дорожно-уличной сети в городе необходимо строительство многоуровневых парковок и транспортных развязок, производить грамотную настройку светофорных объектов и управление транспортными потоками с использованием интеллектуальных средств, предоставление приоритетного проезда городскому пассажирскому транспорту и исключение дублирования маршрутов городского электротранспорта и автобусов, рассмотрение возможности ограничения въезда в исторический центр. А применение современных методов воздействия на транспортный поток позволит повысить пропускную способность улично-дорожной сети, снизить протяженность и время транспортных заторов, сократить число дорожно-транспортных происшествий и улучшить экологическую обстановку в городе.

Разрешение имеющихся проблем невозможно без согласованных организационных, правовых, экономических и политических усилий всех заинтересованных ведомств, включая МВД, органы федеральной власти, власти субъектов Федерации, органы местного управления, граждан, разнообразные дорожно-строительные, научно-исследовательские и иные учреждения и организации. В целом, проблемы городского транспортного потока требуют внимания и решения. Улучшение инфраструктуры, развитие общественного транспорта, стимулирование использования альтернативных видов транспорта и применение технологий умных городов могут помочь справиться с этими проблемами и создать более эффективную и устойчивую городскую транспортную систему.

Кроме этого на федеральном уровне должны быть установлены единые требования к структуре и общему содержанию городских транспортных планов, порядку их разработки, согласования, экспертизы и утверждения, механизмам их финансирования, а также к их месту в составе документов территориального планирования, градостроительного зонирования и планировки территорий. Необходима также разработка единого методического обеспечения подготовки подобных документов.

Должны быть проработаны и внедрены в практику эффективные механизмы государственного контроля и надзора, а также экспертизы в сфере подготовки и реализации городских транспортных планов. О целесообразности такого решения свидетельствует и зарубежный опыт. В качестве примера можно привести Великобританию, где обязанность местных властей по

разработке пятилетних планов развития транспорта закреплена специальным законом. Транспортные планы муниципалитетов и графств проходят экспертизу в национальном министерстве транспорта, и на реализацию одобренных планов выделяются средства из государственного бюджета. Ход работ по реализации транспортных планов контролирует независимая экспертная организация. По результатам её ежегодного отчёта министерство может принять решение об увеличении, или, напротив, снижении объёмов финансирования на следующий год.

Положительный опыт решения проблем развития городского транспорта во многих европейских странах позволяет определить роль и задачи различных уровней исполнительной власти в Российской Федерации при решении проблем городского транспорта.

1. Задачами федеральных органов исполнительной власти в рамках разработки государственной политики в области городского транспортного планирования должны являться:

- разработка новых правовых документов, регулирующих деятельность в сфере транспортного планирования, и предложений по внесению изменений в существующее законодательство;
- разработка нормативных документов, методических рекомендаций и руководств по формированию и реализации планов развития транспортных систем городов;
- обеспечение соответствия деятельности местных властей по разработке и реализации городских транспортных планов принципам государственной политики в данной сфере.

2. На региональные органы исполнительной власти, на наш взгляд, целесообразно возложить следующие задачи:

- регулирование взаимодействия органов МСУ при разработке и реализации городских транспортных планов;
- согласование мероприятий по организации дорожного движения, проводимых местными властями, в случаях, когда эти мероприятия затрагивают дорожную сеть регионального значения.

3. К задачам, решаемым на местном уровне управления, могут быть отнесены:

- разработка городских транспортных планов в составе документов территориального планирования, градостроительного зонирования и планировки территории;
- на основе принятых планов - разработка и реализация конкретных программ мероприятий по управлению транспортным спросом и повышению пропускной способности улично-дорожной сети.

Транспортная ситуация, складывающаяся в настоящее время в городах России, во многих случаях является результатом отсутствия чёткой стратегии в решении рассматриваемых проблем. Местные органы власти, реагируя на видимые признаки транспортного коллапса (т.е. на заторы), пытаются бороться непосредственно с ними, а не с причинами, их вызывающими.

В настоящее время положение с качеством в транспортном обслуживании населения России остается тяжелым, разрыв в качестве обслуживания в Российской Федерации и ведущих стран постоянно увеличивается. Во многих странах достижение высокого качества предоставляемых услуг, отвечающих требованиям потребителя, стало основным элементом экономической стратегии и важным фактором рыночного и финансового успеха.

Для преодоления отставания в области качества предстоит в ближайшие годы не только довести техническое оснащение пассажирских автобусных станций, технологию и культуру предоставления транспортных услуг населению до уровня ведущих промышленно развитых стран, но и решить задачи подготовки профессиональных работников по качеству (специалистов в области качества, менеджеров систем качества, аудиторов качества) и массового обучения работников всех уровней - водителей, специалистов и руководителей организаций.

Список литературы

1. Ваксман С.А. Транспортные системы городов: наука и практика первого десятилетия XXI века // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: Материалы X международной НПК. - Екатеринбург, 2004. - С. 12-18.

2. Вукан Вучик. Транспортные системы Москвы и возможные решения // ACADEMLA, архитектура и строительство. - 2005. - № 4. Role Based Access Control (RBAC) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://csrc.nist.gov/projects/role-based-access-control - С. 33-35

3. Гамазин И.В. Современное состояние российских автомобильных дорог // Бюллетень транспортной информации. - 2007. - № 3. - С. 6-8

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ

Семагина Ю.В., канд. техн. наук, доцент,
Ванчинова М.А., канд. пед. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»,
Филиал Российского государственного университета нефти и газа (НИУ) РГУ им. И.М. Губкина, г. Оренбург

Сложившаяся на сегодняшний день ситуация в экономике России, как и во всем мире в целом, во многом похожа. Выход на траекторию устойчивого развития во всех сферах и отраслях промышленности возможен только на базе повышения эффективности и производительности труда.

Объективно оценивая нынешнюю экономическую ситуацию, следует отметить, что в стране весьма невысокий рост объемов производства в промышленности, прежде всего в машиностроении. Ограничены, и во многом бессистемны, связи производства с образованием и наукой. На фоне падающего престижа инженерных профессий и стареющего корпуса специалистов нарастает нехватка инженерных кадров.

По данным, публикуемым в СМИ, в последние годы вузы России выпускают порядка 180-190 тысяч инженеров в год. При таком значительном количестве дипломированных специалистов, настоящих инженеров среди них крайне мало [1].

Более 85% работодателей говорят о необходимости улучшить практическую подготовку студентов [2]. Выпускники технических направлений недостаточно подготовлены к работе на предприятии, они плохо знают методы проектирования и организации технологических процессов. Их переход на инженерные и руководящие должности возможен только после адаптации на производстве. Недостаточная социальная адаптация молодых специалистов, их психологическая неготовность к работе на предприятии, приводят к негативному восприятию выпускников работодателями.

Столь придирчивый отбор идет на фоне возникшего повышенного спроса на инженеров и прочих работников производства. Согласно исследованию, опубликованному в июле на сайте HeadHunter, в мае 2023 г. количество вакансий в сфере производства и сервисного обслуживания составляло 15,6% от общего числа вакансий, а количество резюме технических специалистов - 12,1% от общего числа резюме. По данным HeadHunter, чаще всего работодатели ищут инженеров и инженеров-конструкторов (12,4% вакансий), а также сервисных инженеров и инженеров-механиков (7,4% вакансий). Получается своеобразный замкнутый круг, усугубляемый отсутствием комплексной работы с инженерными кадрами.

Утолить «кадровый голод» можно лишь начав работать с потенциальными инженерами со школьной скамьи. Ориентация молодежи на инженерные специальности, формирование мотивации к творческому, квалифицированному труду в высокотехнологических отраслях экономики, должны стать приоритетами в системе школьного и профессионального образования. Работу по повышению престижа профессии инженера необходимо проводить всем совместно — государству, вузам и предприятиям.

Среди мер, которые сегодня применяет минобрнауки России для совершенствования подготовки инженерных кадров, Валерий Фальков отметил ежегодный рост бюджетных мест в вузах, начиная с 2020 года. В этом году выделено 251 783 места по 23 укрупненным группам специальностей и направлений, которые имеют определяющее значение для технологического и экономического развития России.

При этом из-за недостаточно высокого качества подготовки по естественно-математическим наукам в школе происходит сокращение числа выпускников, выбирающих для сдачи единого государственного экзамена (ЕГЭ) предметы, необходимые для поступления на направления инженерного профиля (физика, химия и др.). Так, за последние 6 лет число выпускников, сдающих физику, сократилось на 48 %, математику — на 33 %, биологию — на 25 %, химию — на 11 % [2].

Подготовка высококвалифицированных кадров для промышленности является целью федерального проекта минобрнауки России «Передовые инженерные школы». 30 таких школ открылись на базе вузов в 15 регионах России. Участникам проекта в течение трех лет будет направлено более 30 миллиардов рублей, главным условием создания школы стало привлечение вузом промышленных партнеров.

Кроме того, особое внимание уделяется деятельности студенческих конструкторских бюро (СКБ) на базе передовых инженерных школ и инжиниринговых центров. По поручению президента России Путина минобрнауки России развивает сетевой формат работы СКБ.

Вышеперечисленные меры носят комплексный характер, и, следовательно, должны кардинально улучшить ситуацию с инженерным образованием. Но дьявол, традиционно, кроется в деталях. Например, где набрать контингент обучаемых и научно-педагогический состав для обеспечения работы «Передовых инженерных школ»? Ситуация с инженерно-техническим образованием в России парадоксальна. С одной стороны, оно давно в центре внимания властей и общества (достаточное количество бюджетных мест выделено для подготовки специалистов технического профиля). С другой стороны, качество инженерного образования оставляет желать лучшего. По данным исследований, у четверти поступающих на инженерные специальности средний балл ЕГЭ – ниже 156. Это значит, что во многих вузах очень неоднородный состав учащихся. Рядом с отличниками учатся троечники [3]. Качественной подготовке мешает и то, что государственное задание вуза считается невыполненным, если доля студентов,

которых он обязуется подготовить, в ходе обучения снижается более чем на 10%. Если отсев выше — значит, университету в будущем урежут финансирование.

По статистике каждый пятый студент (21%) выбывает из вуза. Причины здесь разные, но ключевая — неуспеваемость. На инженерных специальностях эта цифра выше 25%, что связано с отсутствием селективного отбора будущих студентов. Только вузы и университеты, которые имеют возможность отбирать «кандидатов в студенты» и имеющие дополнительное финансирование, могут позволить себе отчислять отстающих….

Сложившуюся ситуацию предполагается исправить, изменив коренным образом подход к подготовке специалистов, в первую очередь технических направлений. В вузах России с 1 сентября 2025 года предполагается внедрение национальной системы высшего образования. К этому моменту должны быть утверждены новые образовательные стандарты.

Разрабатываемая система высшего образования предполагает наличие трех уровней подготовки: базовое высшее образование, специализированное высшее образование и аспирантура (адъюнктура). На освоение базового образования, к которому относится и инженерное, отводится от 4 до 6 лет, в зависимости от направления подготовки.

Повсеместный переход на новую систему высшего образования в России запланирован на 2025 год. «Ключевыми, конечно, будут 2023-2024 годы. В 2026-м он завершается. Думаю, что массовый переход - это 2025 год», - отметил министр науки и высшего образования Валерий Фальков [4].

Профессорско-преподавательский состав технических вузов хорошо понимает, что «… инженер это не профессия, это – состояние души …». Инженеры - это техническая элита и, стало быть, «исходный материал» для подготовки специалистов должен быть качественным.

Любые усилия по подготовке квалифицированных инженеров без селекционного приема на обучение заведомо обречены на провал. Это невозможно и без разработки специальных программ общеинженерной подготовки, например дисциплин графического цикла.

Несмотря на непростое положение, многое для улучшения качества подготовки инженеров делается уже сегодня. Например, создание элитных групп подготовки инженеров строительных специальностей. Начиная с 2015 г. в ЮУрГУ формируют элитные группы с усиленной подготовкой по учебным дисциплинам. В них предлагают обучаться абитуриентам с высоким баллом ЕГЭ (>230). Обучение студентов элитной группы происходит по особым учебным планам и рабочим программам [5].

Нечто подобное тому, о чем пишет А. Л. Хейфец, реализовано в ОГУ в аэрокосмическом институте (АКИ). Нужно отметить, что селективного подбора студентов там нет. Но есть качественно разработанные учебные планы. Примером тому служит цикл графических дисциплин. Инженерная графика преподается в двух семестрах, на это выделено 66 часов контактной работы. Также запланирован третий семестр – для освоения обучающимися

дисциплины «Компьютерная графика». На это отводится еще 34 часа контактной работы. Всего 100 часов, что весьма достойно по сравнению с одним семестром и 34 часами, отведенными на графическую подготовку на других факультетах.

Тем не менее, по данным 2022 года, порядка 17% от общего состава студентов направления подготовки «Авиастроение», не уложились во время, отведенное для выполнения самостоятельной работы.

В других подразделениях ОГУ ситуация еще хуже. Например, на транспортном факультете или в институте наук о земле, где объем аудиторных часов составляет 34 часа, контингент «задолжников» превышает 25 %.

Пятьдесят часов контактной работы в одном семестре по дисциплине «Инженерная и компьютерная» графика (с уклоном в сторону лабораторных и практических занятий – 32 часа практики на 18 часов лекций) у студентов направления «Управление в технических системах» АКИ позволили свести контингент неуспевающих к 12%. При этом следует отметить, что средний балл по ЕГЭ у них самый низкий из рассмотренных направлений.

Анализ результатов работы за 2020-2022 гг. показал, что результативность работы студентов в процессе обучения зависит от многих факторов. Это средний балл по ЕГЭ, набор изучаемых дисциплин в учебном плане (и понимание студентами необходимости изучения той или иной дисциплины), объем аудиторной (контактной) работы, распределение дисциплин по семестрам, частота контакта с преподавателем (занятия один раз в месяц – это полностью пропавшее время), качество разработки рабочей программы изучаемой дисциплины. Не последнюю роль здесь играет квалификация специалиста, составляющего учебное расписание. На этот момент, к сожалению, очень много жалоб у всех участников учебного процесса.

В рамках проведенного анализа выяснилось, что средний балл по ЕГЭ не так уж сильно влияет на эффективность обучения. Значительно большее влияние оказывает объем контактной работы с преподавателем (аудиторное время). Важен и набор изучаемых дисциплин. Низкое качество школьной геометро-графической подготовки может быть скорректировано путем увеличения объема подготовки по дисциплинам графического цикла в вузе.

Введение в курс инженерной графики дополнительных разделов без увеличения количества контактной работы не дает значительного эффекта, а лишь снижает уровень подготовки.

Следует отметить, что курс «Инженерная графика» был искусственно образован в семидесятые годы прошлого столетия как гибрид технического черчения и начертательной геометрии. По мнению авторов, за прошедшие полвека никакой пользы для инженерной подготовки в вузах он не принес. Было бы хорошим решением в рамках создающейся национальной системы высшего образования вновь вернуться к начертательной геометрии и техническому черчению. Это более грамотно в условиях изучения студентами новой графической дисциплины - компьютерной (машинной) графики. Так как

последняя, по сути, является компьютизированной геометрией (в значительной мере начертательной).

Список литературы:

1. Глухих В.К. О проблемах инженерных кадров и путях их решения [Электронный ресурс] // ic-ie.com: Международный Конгресс промышленников и предпринимателей - 2017. - 28 сент. - URL: https://ic-ie.com/face/v-k-gluhih-avtorskaya-statya-o-problemah-inzhenernyh-kadrov-i-putyah-ih-resheniya/ (дата обращения: 13.01.2024).

2. Представители промышленности обсудили повышение качества подготовки инженерных кадров [Электронный ресурс] // minobrnauki.gov.ru: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации - 2023. - 14 июля - URL: https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-ministerstva/70586/ (дата обращения: 13.01.2024).

3. Шмелева Е.Д. Факторы отсева студентов инженерно-технического профиля в российских вузах [Электр.] / Е.Д. Шмелева, И.Д. Фрумин // Вопросы образования. - 2020. - № 3. - С. 110-132.

4. Вузы России перейдут на новую систему образования к 2026 году. Какие изменения ждут студентов [Электронный ресурс] // /rg.ru: Российская газета - 2023. - 6 июля. - URL: https://rg.ru/2023/06/07/ushla-na-bazu.html?ysclid=lrby322dfy965852348 (дата обращения: 13.01.2024).

5. Хейфец А.Л. Компьютерно-графическая подготовка элитной группы студентов-строителей в юургу [Электр.] / А.Л. Хейфец // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. - 2021. – Т21. - № 4. - С. 73-84.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И БЕЗОПАСНОСТЬ

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

Каждый год, как только выпадает снег, мы слышим по новостям одно и тоже сообщение: муниципальные службы оказались не готовы к такому количеству осадков, техники не хватает, снег выпал неожиданно. В итоге, гололед на дорогах приводит к массовым ДТП, уменьшается пропускная способность автодорог, образуются колоссальные пробки как в городах, так и на трассах. Казалось бы, что может быть проще: убрать снег за пределы проезжей части и посыпать покрытие песком с солью. Но, не все так просто, как кажется на первый взгляд: зимнее содержание автомобильных дорог включает в себя широкий спектр работ, значительная часть которых не связана с непосредственной уборкой и обработкой покрытий на заснеженных участках.

Что же включает в себя понятие зимнего содержания?

Зимнее содержание автомобильных дорог – это комплекс мероприятий, направленных на обеспечение безопасности и проходимости дорожного покрытия в зимний период. В это время дороги подвержены неблагоприятным погодным условиям, таким как снегопады, гололедица и сильные морозы, что может привести к ухудшению условий движения и повышению риска дорожно-транспортных происшествий.

Основная цель зимнего содержания автомобильных дорог – обеспечение безопасности и комфорта участников дорожного движения. Для достижения этой цели необходимо выполнение следующих задач:

Очистка дорог от снега и наледи;

Обработка дорожного покрытия реагентами для предотвращения образования гололедицы;

Обеспечение видимости на дороге путем установки и поддержания работоспособности дорожных знаков, светофоров и осветительных устройств;

Проведение регулярного технического обслуживания и ремонта дорожного покрытия;

Организация аварийно-восстановительных работ в случае возникновения аварийных ситуаций на дороге.

Основными дефектами содержания автомобильных дорог являются:

Наличие рыхлого, уплотненного или талого снега на покрытии проезжей части, обочине, тротуарах и других элементах обустройства дорог, толщиной более, чем регламентировано требованиями стандартов

Нарушение ширины очистки обочины

Нарушение размещения снежных валов, образованных во время очистки дороги и ее элементов;

Наличие на покрытии проезжей части, площадок для стоянки автомобилей, а также тротуарах, пешеходных и велосипедных дорожках скользкости;

Наличие застоя воды в местах с необеспеченным водоотводом, вызванным снежно-ледяными отложениями;

Нарушение толщины УСП — уплотненного снежного покрова — специально сформированного и выравненного слоя снега, разрешенного к использованию на дорогах III—V категорий при интенсивности движения менее 1500 автомобилей в сутки;

Нарушение глубины колеи на поверхности УСП;

Наличие на поверхности УСП отдельных углублений и возвышений более чем 4 см и площадью более чем 0,09 м²;

Скопление снежно-ледяных отложений у бортовых камней и дорожных ограждений;

Нарушение целостности конструкций снегозащитных конструкций;

Наличие в подмостовом пространстве снегосвалок.

Теперь рассмотрим методы организации зимнего содержания.

Основные задачи организации контроля и управления зимним содержанием автомобильных дорог:

Мониторинг погодных условий: необходимо постоянно отслеживать прогноз погоды и получать информацию о температуре, осадках и других факторах, которые могут повлиять на состояние дорог.

Оценка состояния дорожного покрытия: регулярные осмотры и измерения позволяют определить уровень снега, наледи, гололеда и других препятствий на дороге. Это позволяет принять меры по их устранению и обеспечить безопасность движения.

Планирование и координация работ: на основе полученной информации о погодных условиях и состоянии дорожного покрытия необходимо разработать план действий и распределить задачи между сотрудниками. Координация работ позволяет эффективно использовать ресурсы и обеспечить непрерывность зимнего содержания дорог.

Организация аварийной службы: в случае возникновения аварийных ситуаций, таких как ДТП или блокировка дороги, необходимо оперативно реагировать и принимать меры по их устранению. Аварийная служба должна быть готова к быстрому реагированию и иметь необходимое оборудование для проведения аварийных работ.

Основные методы и средства контроля и управления зимним содержанием автомобильных дорог:

Снегоочистка: для удаления снега и наледи с дорожного покрытия используются специальные снегоуборочные машины, такие как плуги и щетки. Они позволяют быстро и эффективно очистить дорогу от снега и обеспечить безопасность движения.

Посыпка дорог: для предотвращения образования гололеда на дороге используются различные материалы, такие как песок, соль или химические реагенты. Они помогают улучшить сцепление шин с дорожным покрытием и снизить риск возникновения аварийных ситуаций.

Метеорологические станции: установка метеорологических станций позволяет получать актуальную информацию о погодных условиях в режиме реального времени. Это помогает прогнозировать изменения погоды и принимать соответствующие меры по зимнему содержанию дорог.

Мониторинг движения: использование систем видеонаблюдения и датчиков движения позволяет контролировать потоки транспорта на дороге. Это помогает выявить проблемные участки и принять меры по их устранению.

Организация контроля и управления зимним содержанием автомобильных дорог требует совместной работы различных служб и специалистов. Важно иметь четкую систему планирования и координации работ, а также обеспечить своевременное реагирование на изменения погодных условий и состояния дорожного покрытия. Проблемы и перспективы развития зимнего содержания автомобильных дорог

Проблемы:

Недостаточное финансирование: Зимнее содержание автомобильных дорог требует значительных затрат на оборудование, ресурсы и персонал. Однако, часто государственные бюджеты не выделяют достаточные средства на эти цели, что приводит к недостаточному качеству и безопасности дорожного покрытия в зимний период.

Недостаток квалифицированных специалистов: Зимнее содержание

автомобильных дорог требует наличия опытных и обученных сотрудников, которые знают особенности работы снегоочистителей, солевых растворов и других средств. Однако, нередко возникает проблема недостатка квалифицированных специалистов, что затрудняет эффективное выполнение работ.

Негативное воздействие на окружающую среду: Использование солевых растворов и химических препаратов для борьбы с обледенением может негативно влиять на окружающую среду. Они могут загрязнять почву и водные ресурсы, а также наносить вред растительности и животному миру.

Заключение

Подводя итоги, можно сделать вывод, что зимнее содержание автомобильных дорог является важным аспектом обеспечения безопасности и комфорта движения транспорта в зимний период. Надлежащая организация ухода за автомобильными дорогами в зимний период является гарантией бесперебойного движения автомагистралями в любую погоду. От эффективности снегоочистки и борьбы с гололедицей зависит не только качество и интенсивность эксплуатации дорог, но и безопасность всех участников движения. Также подведем итог о перспективах развития.

Необходимо:

Использование новых технологий. Например, использование датчиков и систем искусственного интеллекта позволяет более точно прогнозировать погодные условия и эффективно планировать работы по очистке и обработке дорог.

Внедрение экологически безопасных методов: Развитие экологически безопасных методов зимнего содержания автомобильных дорог является одной из перспектив. Например, использование альтернативных растворов на основе сахара или магния может снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Улучшение системы обучения и подготовки персонала:

Для эффективного зимнего содержания автомобильных дорог необходимо иметь квалифицированный персонал. Поэтому важно развивать систему обучения и подготовки специалистов, проводить регулярные тренинги и обмен опытом.

Увеличение финансирования:

Для решения проблем, связанных с недостаточным финансированием, необходимо увеличить бюджетные ассигнования на зимнее содержание автомобильных дорог. Это позволит обеспечить необходимое оборудование, ресурсы и персонал для эффективной работы.

Список литературы

1. Ушаков, В.В. Защита скоростных дорог и автомагистралей от снежных заносов : учебное пособие / В.В. Ушаков, Д.Ю. Корнеева. – М. : МАДИ, 2020 . – 55 с.

2. Васильев, А. П. Эксплуатация автомобильных дорог: в 2 т. / А.П. Васильев. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 320 с

3. ГОСТ Р 50597-2017. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля. – Взамен ГОСТ Р 50597-93; введ. 2018-08-01. – М.: Стандартинформ. 2017. – 39 с.

4. СТО АВТОДОР 2.23-2015 «Рекомендации по проектированию и применению снегозадерживающих устройств на автомобильных дорогах Государственной компании «Автодор». – М.: Автодор, 2015. – 24 с.

5. Зимнее содержание автомобильных дорог:организация,уровни,требования [Электронный ресурс]: Сайт «Solomatic NFLG Mixing institute» – Режим доступа: https://nflg.ru/stati/post/zimnee-soderzhanie-avtomobilnyh-dorog-organizaciya-urovni-trebovaniya (дата обращения 28.12.2023 г.)

6. Статья. Зимняя безопасность на дорогах: основные аспекты содержания автомобильных трасс в холодное время года [Электронный ресурс]: Сайт «Научные статьи.Ру» – Режим доступа: https://nauchniestati.ru/spravka/zimnee-soderzhanie-avtomobilnyh-dorog/ (дата обращения 28.12.2023 г.)

О ТЕХНОЛОГИЯХ ТЕСТИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ВУЗЕ

Сидоренко Ю.В., канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Самарский государственный технический университет»

Для обеспечения реализации образовательных программ и проверки качества подготовки обучающихся важно работать с фондом оценочных средств, учитывая данные по компетенциям [1-9]. Создание корректной системы оценивания качества профессиональной подготовки обучающихся и выпускников - один из актуальных вопросов современной высшей школы. Компетенции можно представить в виде характеристики, определяющей способность выполнять определенный комплекс задач профессиональной деятельности.

Современные образовательные технологии акцентируют внимание на характере деятельности преподавателя, который координирует различные виды учебной деятельности; задания призваны сформировать профессиональное развитие, востребованы различные методы и формы самостоятельной работы для более полного учета индивидуальных возможностей, потребностей и интересов обучающихся [1-3]. Однако достаточно затруднительно разработать качественный контрольно-измерительный материал, в котором присутствуют выраженные посредством компетенций результаты освоения образовательных программ. Инструментарий, основанный на средствах оценивания содержательного и деятельностного компонентов подготовки в вузе, подразумевает отображение компетенций и их проявление, что осуществляется: в способах проверки знаний, умений, навыков, связанных с профессиональной деятельностью; защитах курсовых работ и проектов; внедрении практикумов, которые позволяют обучающимся нарабатывать и проявлять компетенции; наличие в итоговом экзамене интегрированных вопросов; разработке специальных компьютерных тестов для проверки компетентности и т.п. [4-6]. Кроме технологий тестирования, положительно зарекомендовали себя кейс - измерители в форме задач проблемного характера, предлагающие для осмысления различные ситуации [1-5].

Качественно подготовленные тесты способны затронуть большую часть разделов рабочей учебной программы дисциплин; возможен своевременный контроль учебной деятельности каждого обучающегося; единые требования к испытуемым и т.д. Тестовые задания также должны отвечать определенным требованиям, среди которых: определенность, однозначность, валидность, простота, надежность с учетом целей изучения. Также в ряде случаев должен быть представлен образец эталона (последовательное, полное и правильное описание выполнения задания).

Например, среди возможных тестовых заданий по разделу “Минеральные вяжущие вещества и материалы на их основе, их свойства и характеристики” (дисциплина “Строительные материалы”) для студентов бакалавриата (направление подготовки 08.03.01 Строительство) [4, 5]:

- Определение термина “бетон”.

Эталон ответа. Бетон – это искусственный каменный материал, получаемый в результате формования и затвердевания бетонной смеси.

- Классификация разновидностей бетона по виду неорганического вяжущего и структуре.

По виду неорганического вяжущего: …… По структуре: ……

Эталон ответа. По виду неорганического вяжущего: силикатные, гипсовые, цементные. По структуре: ячеистые, крупнопористые, со слитной структурой.

- Дополните наименования основных клинкерных минералов портландцемента: трехкальциевый силикат, двухкальциевый силикат, ……, …

Эталон ответа. Трехкальциевый алюминат, четырехкальциевый алюмоферрит.

Кейс-стади - система обучения, базирующаяся на анализе, решении и обсуждении ситуаций, которые свойственны для профессиональной области, предлагается осмысление представляемых задач и векторный путь их решения.

Среди положительных сторон кейс-метода: развитие умений самостоятельно находить необходимую информацию и применять ее в работе; формирование навыков целеполагания, анализа ситуаций, принятия решений в соответствии с исходными данными и требованиями стандартов; развитие критического оценивания, самоконтроля; актуальность рассматриваемых вопросов в заданиях; высокие мотивация и активность студентов; нахождение оптимального количества решений и выбор правильного, и т.д.

Так, например, в [3] представлен ряд заданий, которые можно применять и по дисциплине “Строительные материалы”:

1) Для получения газобетона с высокими теплоизоляционными характеристиками в исходную смесь вводят алюминиевую пудру. В результате каких химических реакций происходит выделение газа?

При замешивании цементного теста в числе прочих реакций происходит реакция гидратации силикатов кальция с образованием $Ca(OH)_2$. Гидроксид кальция вступает в реакцию с оксидом алюминия, который покрывает поверхность частичек алюминиевой пудры. Затем очищенный от пленки металл начинает взаимодействовать с водой:

$$2Al + 6H_2O = 2\ Al(OH)_3 + 3H_2$$

Выделяющийся водород и вспучивает цементное тесто.

2) С какой целью для лучшего сцепления масляной краски с оштукатуренной поверхностью ее предварительно подвергают шпаклеванию?

Если нанести масляную краску на непросохшую штукатурку, то $Ca(OH)_2$ может вступить во взаимодействие с кислотными функциональными группами, сохранившимися в олифе, при этом выделяется вода (реакция нейтрализации).

Кроме того, вода образуется и за счет испарения ее из штукатурного раствора и за счет взаимодействия $Ca(OH)_2$ с CO_2. Таким образом, под образующейся пленкой олифы происходит образование воды, в результате чего пленка отслаивается. Шпаклевки, которыми покрывают оштукатуренные поверхности перед нанесением масляных красок, представляют собой густые пасты на основе костного клея, мыла, карбоната кальция. Зашпаклеванную поверхность можно покрывать после высыхания шпаклевки и масляной краской, и эмалью, не опасаясь отслоения. Шпаклевка необходима и для того, чтобы краска ложилась более ровно, так как пористый слой штукатурки неодинаково впитывает краску, в результате стены кажутся окрашенными неровно – светлыми и темными пятнами.

В качестве одного из примеров для моделирования профессиональной задачи также можно представить тему “Подбор состава тяжелого бетона” (дисциплина “Строительные материалы”) [5].

Уточняя определенные информационных данных, требованиях стандартов и т.д., можно сделать выводы о сформированности определенных профессиональных компетенций у студентов.

Знание основ расчета состава сырьевых компонентов на 1 $м^3$ бетонной смеси является важной базой для получения оптимального, рационально подобранного состава смеси, включая требования по однородности и удобоукладываемости.

Качество материалов, применяемых для изготовления тяжелого бетона (цемент, крупный и мелкий заполнители, вода, добавки) в итоге определяют его состав, физико-механические свойства и долговечность.

Для того, чтобы правильно выбрать и рассчитать расход сырьевых компонентов, важно учитывать эксплуатационные требования к бетону и конструкции, технологию изготовления.

Таким образом, среди исходных данных подобной задачи студенты должны знать (либо сделать самостоятельный выбор в данных) о проектной марке бетона и классе бетона (например, М200, В15); показателе удобоукладываемости бетонной смеси (например, смесь подвижная, характеризуемая маркой П 1); качестве исходных сырьевых материалов (марка и вид цемента, показатель нормальной густоты и др.; вид, марка по дробимости и водопоглощение крупного заполнителя; модуль крупности мелкого заполнителя и т.д.); минимально допустимом расходе цемента на 1 $м^3$ смеси в зависимости от условий уплотнения смеси и дальнейшей эксплуатации бетона.

Среди точек-индикаторов для проверки: оценка соответствия представленных в работе материалов требуемой марке бетона (например, для получения качественной структуры цементного камня в бетоне активность цемента должна быть в пределах 0,7…2 от требуемой прочности бетона (т.е. для бетона М200 необходимо выбрать цемент марки не менее 400)); расчет водо-цементного отношения по формуле Боломея-Скрамтаева для подвижных смесей; определение начального расхода воды, учитывая требования стандартов, исходные характеристики бетонной смеси (П 1), цемента

(нормальная густота) и заполнителей. После изготовления бетонной смеси в лабораторных условиях необходимо по стандартной методике оценить полученную подвижность и сравнить ее с исходными данными (в ряде случаев происходит корректирование состава).

Особенно эффективно кейс-методы применять, работая с малыми группами обучающихся, перенося известные методы и технологии в исследуемую сферу деятельности, моделируя вероятностные ситуации, применяя дополнительные способы и методы из различных учебных дисциплин, проводя оценку адекватности предлагаемых решений.

Список литературы

1. Калачикова О.Н. Методические материалы по курсу “Метод кейс-стади”. – Томск: Изд-во Томского гос. ун-та, 2005. – 86 с.

2. Переход российских вузов на уровневую систему подготовки кадров соответствии федеральными государственными образовательными стандартами: нормативно-методические аспекты / В.А. Богословский, Е.В. Караваева, Е.Н. Ковтун др. - М. : Университетская киига, 2010. - 248 с.

3. Жулькова Н.В. Сборник ситуационных задач по химии: методические рекомендации. [Электронный ресурс] URL: http://infourok.ru/sbornik_situacionnyh_zadach_po_himii-286995.htm (дата обращения: 21.12.2023).

4. Сидоренко Ю.В. О диагностике качества подготовки студентов в строительном вузе // Фундаментальные исследования. – 2005. – № 7. – С. 44 – 45.

5. Сидоренко Ю.В. Оценка профессиональной компетентности посредством ситуационных заданий. // Перспективы развития высшей школы: материалы VIII-й Международной научно- методической конференции / редкол.: В.К. Пестис и др. – Гродно: ГГАУ, Республика Беларусь, 2015. – С. 419 - 421.

6. Сидоренко Ю.В. Методы интерактивного обучения студентов. // Инновационные технологии организации обучения в техническом вузе. Материалы международной научно-методической конференции, 24-25 апреля 2012 г. - Пенза: ПГУАС, 2012. – С. 238 – 243.

7. Пырьева В. В. Кейсовая технология обучения и ее применение при изучении темы «Алгоритмы» // Информатика и образование. – 2009. - № 11. - С.25-28

8. Полат Е.С., Бухаркина М.Ю. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования: учебное пособие для студ. вузов. - 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. - 368 с.

9. Пожитнева В.В. Кейс-технологии для развития одаренности. // Химия в школе. - 2008.- № 4.- С. 13-17.

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

Сидоренко Ю.В., канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Самарский государственный технический университет»

Для проектирования химико-технологических процессов в области строительного производства и проведения необходимых расчетов необходимо знание автоматизированных средств; необходимо уметь создавать и применять модели для описания изучаемых объектов и прогнозирования различных явлений в системах, смесях, структурах материалов [1].

Элементы освоения методов моделирования систем производства строительных материалов и изделий включены, в частности, в учебные дисциплины каф. ПСМИК Академии строительства и архитектуры СамГТУ: “Методы решения научно-технических задач в строительстве” и “Математическое моделирование в строительном материаловедении” (для обучающихся магистратуры 08.04.01 “Архитектурно-строительное материаловедение” и “Технология строительных материалов, изделий и конструкций”).

Увеличение объемов строительства с каждым годом стимулирует рост производства в первую очередь минеральных вяжущих веществ (цементные, силикатные, известково-кремнеземистые, многокомпонентные и т.д.) и материалов на их основе.

Одним из важнейших вопросов, связанных с минеральными вяжущими и изделиями на их основе, является исследование процессов структурообразования с применением элементов моделирования, определяющие в итоге строительно-технические характеристики и долговечность строительной продукции в условиях эксплуатации.

Так, например, по данным [2, 3], создание теории структурообразования композитов на основе минеральных вяжущих веществ связано с проведением исследований на реальных и модельных объектах, а выявление закономерностей для управления процессами структурообразования и оптимизации составов, свойств композитов является одним из актуальных направлений современного строительного материаловедения.

Расчет материальных и энергетических балансов также является важным этапом проектирования систем производства минеральных строительных материалов и изделий, поскольку позволяет определить нагрузки на технологические линии [1-6]. Балансовые соотношения представляют собой системы линейных алгебраических уравнений, методы решений которых известны. Однако практическая сложность составления таких моделей и их реализация связаны с особенностями моделируемых объектов: многокомпонентность потоков, фазовые переходы, химические реакции и т.д.

[4-6]. Для обеспечения функционирования системы на параметры и свойства элементов (технологических операторов) накладываются ограничения: по массовым расходам, по концентрациям исходных компонентов, градиентам температур, изменению вязкостных и плотностных показателей, и т.д.; подобные ограничения формируются в виде регрессионных зависимостей на моделях более низкого уровня иерархии. Динамическая модель эволюционирующей системы в математическом плане представляет собой совокупность дифференциальных и алгебраических уравнений с начальными условиями, логическими условиями смены событий. Подмодели описывают динамические режимы работы отдельных агрегатов (реакторы-кристаллизаторы, прессовое оборудование и т.д.).

В зависимости от целей исследования и этапа проектирования для моделирования могут применяться различные подходы: имитационный, с помощью сетей Петри и др.

Моделирование сложных динамических режимов работы систем производства строительной продукции на основе минеральных вяжущих предполагает наличие информации о кинетических зависимостях по растворению, диффузии, кристаллизации и т.д., и поэтому не может быть реализовано в полной мере [4-6].

Анализ же статистической информации предполагает использование различных специальных методов для их обработки, а применение пакетов программ машинной обработки статистической информации на ЭВМ делает возможным решение задач взаимосвязи исследуемых параметров для технологий производства продукции [7].

По данным [8], качеством материала можно управлять, применяя “структурный подход”, в котором:

- средством управления свойствами получаемой продукции принимается управление технологическими процессами структурообразования;
- воздействие эксплуатационных факторов на материал оценивается посредством изменения его состава, структуры и состояния;
- управляющие воздействия в технологии, осуществляемые для получения материала с определенными эксплуатационными свойствами, назначаются по критериям обеспечения соответствующих параметров состава, структуры и показателей свойств материала при минимуме ресурсоемкости производства;
- рассматриваются состав, структура, состояние и свойства материала во время его жизненного цикла и т.д.

Рядом исследователей [8-15] отмечается, что развития требуют основополагающие материаловедческие проблемы, среди которых неоднородность строения как фундаментальная детерминированно-стохастическая категория; отмечается, что исследования по “неоднородности строения” идут в направлении системного анализа субстанциональных, пространственно-геометрических и статистических критериев, критериев конгруэнтности многоуровневых по структуре образований, количественной

интерпретации этих критериев [8]. Иерархические структурные уровни в сложных многокомпонентных системах рассматривались также в работах Соломатова В.И. с соавторами [9-13].

Соответственно в современном строительном материаловедении выявлены и заложены основы теории синтеза и проектирования структур с:

- изысканием физико-химических превращений при механических воздействиях, проблемах создания систем твердения;
- развитием комплекса принципов и подходов для аналитического и экспериментального моделирования "конструкции структур материалов";
- решением теоретических и практических проблем управления качеством композитов на основе оптимизации их структур;
- модернизацией традиционных и созданием современных методов изготовления строительных композитов [8].

Применяя многокомпонентные минеральные строительные системы, необходимо учитывать особенности сильно развитой поверхности раздела между отдельными фазами и минералами, что требует повышения прочности между отдельными элементами. Основным механизмом направленного структурообразования на границах разделов вяжущих являются ультрадисперсные частицы с высокой адгезионной способностью, основное назначение которых состоит в упрочнении контактной зоны - одной из важнейших структурных единиц в многокомпонентных вяжущих [1, 5].

Таким образом, вопросы структурообразования в строительном материаловедении являются одними из важнейших при оценивании качества строительного материала (изделия). Однако, как уже было отмечено, трудность осуществления подходов к составлению и последующей реализации моделей, описывающих динамические процессы гидратации и физико-химии минеральных вяжущих, их отвердевания и кристаллизации, связана с многокомпонентностью этих смесей (и соответственно материалов на их основе), многообразием процессов и изменений, происходящих в них [14-16].

Список литературы

1. Сидоренко Ю.В. Опыт и тенденции применения элементов моделирования в процессах структурообразования неорганических вяжущих веществ (для дисциплин "Методы решения научно-технических задач в строительстве" и "Математическое моделирование в строительном материаловедении"). // Актуальные вопросы современной науки и образования: монография / Под общ. ред. Г.Ю. Гуляева - Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». - 2021. – С. 201-214.

2. Чулкова И.Л. Структурообразование строительных композитов на основе принципа сродства структур. // Вестник СибАДИ. - 2012. - №6 (28). URL:https://cyberleninka.ru/article/n/strukturoobrazovanie-stroitelnyh-kompozitov-na-osnove-printsipa-srodstva-struktur (дата обращения: 27.12.2023).

3. Лесовик В.С., Чулкова И.Л. Управление структурообразованием строительных композитов: монография. - Омск: СибАДИ, 2011. - 459 с.

4. Сидоренко Ю.В. Компьютерные технологии в расчете материальных потоков при выполнении курсовых и дипломных работ, магистерских диссертаций: методические указания. - Самара: СГАСУ, 2007. - 44 с.

5. Сидоренко Ю.В. Моделирование процессов контактно-конденсационного твердения низкоосновных гидросиликатов кальция: дисс. … канд. техн. наук, 05.23.05. – Самара: СГАСА, 2003. - 217 с.

6. Сидоренко Ю.В., Коренькова С.Ф. Многоуровневый синергетический подход к формированию механизма твердения контактно-конденсационных систем силикатного типа: монография. - Самара: СГАСУ, 2005. - 112 с.

7. Обработка данных методами математической статистики: монография / А. Г. Калинин. – Чита: ЗИП СибУПК, 2015. – 106 с.

8. Чернышов Е.М. Некоторые итоги развития научных исследований в области системно-структурного строительного материаловедения и высоких технологий (к 70-летию открытия специальности инженер – строитель – технолог в Воронежском государственном архитектурно-строительном университете). // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. – 2014. – Вып. № 2 (9). – С. 3–17.

9. Соломатов В.И. Развитие полиструктурной теории композиционных строительных материалов. // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1985. - №8. – С. 58-64.

10. Соломатов В.И. Строительное материаловедение в третьем тысячелетии. // Современные проблемы строительного материаловедения. Материалы Седьмых Академических Чтений РААСН. - Белгород, 2001.- Ч.1. – С. 3 - 7.

11. Бобрышев А.Н., Козомазов В.Н., Бабин Л.О. Соломатов В.И. Синергетика композиционных материалов: Под ред. В.И. Соломатова. – Липецк: НПО ОРИУС, 1994. – 153 с.

12. Соломатов В.И., Коренькова С.Ф., Сидоренко Ю.В. Термодинамические аспекты контактной конденсации нестабильных силикатных систем. // Известия вузов. Строительство.- Новосибирск.- 2001.- № 2-3.- С.38 - 44.

13. Соломатов В.И., Коренькова С.Ф., Пиявский С.А., Сидоренко Ю.В. Моделирование процессов образования нестабильных силикатных вяжущих в изотермическом реакторе-кристаллизаторе. // Известия вузов. Строительство.- Новосибирск.- 2001.- №12.- С.22 - 24.

14. Сидоренко Ю.В. Контактная конденсация как объект синергетики. // Известия вузов. Строительство.- Новосибирск.- 2001.- №11.- С.60 - 62.

15. Коренькова С.Ф., Пиявский С.А., Сидоренко Ю.В. Моделирование процессов подготовки контактно-конденсационной смеси. // Успехи строительного материаловедения РААСН: материалы юбилейной конференции. - Москва, 2001. - С. 197 - 203.

16. Химия вяжущих строительных материалов: учебное пособие для студентов строительной специальности / Л. В. Петрова. – 3-е изд., испр. и доп. – Ульяновск: УлГТУ, 2009. – 64 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Сидоренко Ю.В., канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Самарский государственный технический университет»

Одной из первостепенных задач в современной высшей школе является создание системы контроля качества обучения, способствующей формированию компетентной личности, ориентирующейся и умеющей осуществлять профессиональную деятельность в потоке постоянно возрастающего количества технической информации [1-12].

В условиях конкуренции на рынке труда необходимо отличаться профессионализмом посредством сформированных общих, ключевых и базовых профессиональных компетенций, высоким уровнем мобильности, умением адаптироваться к изменяющимся условиям трудовой деятельности и т.д. Таким образом, затрагивается не только структура деятельности, например, в строительной сфере, но и направленность содержания и технологии подготовки специалистов для данной отрасли производства; определение содержания и разработка действенных технологических приемов формирования профессиональных компетенций будущих специалистов являются важными вопросами образовательного процесса в вузе [1-3, 8-12].

Собственно оценивание, контроль, мониторинг и обеспечение качества сопровождают весь процесс оценивания образовательного процесса. Необходимо совершенствовать существующие, создавать и применять новые технологии обучения, в частности, когнитивные [12-16]. В ходе проведения лекционных, лабораторных и практических занятий по дисциплинам строительно-материаловедческого профиля, включая “Строительные материалы”, в организации самостоятельной и учебно-исследовательской работы обучающихся предприняты подходы к реализации когнитивного принципа в преподавании [4-7].

Сложность подготовки состоит в том, что все виды профессиональной деятельности (научно-исследовательская, экспериментально-исследовательская проектно-конструкторская, проектно-технологическая, производственно-технологическая, расчетно-проектная, организационно-управленческая) предусматривают высокий уровень знаний, умений и навыков, что оказывает влияние на выбор разнообразных подходов в организации учебного процесса в техническом вузе. Так, например, самостоятельная работа обучающихся является одной из важнейших составляющих образовательного процесса. Независимо от полученной профессии и характера работы начинающий специалист должен обладать фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности своего профиля, опытом творческой и исследовательской деятельности по решению новых проблем.

Метод проектов – один из методов развивающего обучения – связан с необходимостью понимать смысл и предназначение своей работы, самостоятельно ставить профессиональные цели и задачи, продумывать способы и пути их решения. Метод проектов все чаще рассматривают как систему обучения, при которой знания и умения приобретаются в ходе постепенно и последовательно усложняющихся практических знаний - проектов.

В ходе обобщения результатов работы над проектом становится очевидной взаимосвязь различных межпредметных областей. Например, особый интерес и перспективность приобретают исследования и разработки, базирующиеся не только на знаниях из области строительного материаловедения, но также химии, физики, высшей математики, сопротивления материалов, строительной механики и т.д., необходимость навыков работы с компьютерными технологиями. Данные элементы применяются в ходе учебной и исследовательской работы с обучающимися 2 курса бакалавриата (направление подготовки 08.03.01 Строительство) и состоят из следующих разделов [5, 7, 13]:

- определение актуальных тем работ. Например, в последние годы все более востребованными и перспективными становятся задачи моделирования процессов формирования структуры различных строительных композитов, разработка программ и алгоритмов, нацеленных на оптимизацию и регулирование технологических параметров изготовления низкоэнергоемких отделочно – облицовочных, штучных стеновых, дорожно-защитных изделий и покрытий, и т.д.;

- выдвижение гипотез по решению намеченных проблем, обсуждение методов исследований. Наиболее обоснованным является ход выполнения работы от изучения теории к практической части, т.е. в первую очередь обучающимся необходимо расширить кругозор в области имеющихся научных данных по разрабатываемой теме; обоснованно сформулировать цель, задачи своей части исследований и привлечь для решения поставленных задач существующие традиционные и оригинальные авторские методы;

- разработка методической части научно-практического эксперимента исследований, его постановка, выполнение и анализ полученных результатов;

- анализ теоретических и практических блоков, комплексное обсуждение работы и способов оформления конечных результатов (доклады, научные публикации и др.);

- презентация исследовательской работы, ее защита, оппонирование, обсуждение, общие выводы, внешняя оценка и выдвижение новых тем для дальнейших исследований.

В ходе выполнения работы научный руководитель координирует познавательную и исследовательскую деятельность обучающихся. Поскольку работа в основном носит продолжительный характер, то ее эффективность необходимо отслеживать поэтапно.

Метод проектов, реализуемый на практике, способствует переводу учебно-образовательной и воспитательной работ на различные виды самостоятельной деятельности в техническом вузе [16].

Список литературы

1. Петрова И.В. Формирование профессиональных компетенций у студентов вузов в ходе практико-ориентированного обучения: на примере строительных специальностей: дисс. ... кандидата педагогических наук: 13.00.08.- Ульяновск: Ульяновский гос. ун-т, 2010. - 255 с.

2. Гущина Г.И. Технологии оценки результатов образования в высшей школе. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры [Электронный ресурс]: материалы Всероссийской научно-методической конференции, Оренбург, 29-31 января 2014 г. / М-во образования и науки Российской Федерации, ФГБОУВО “Оренбург. гос. ун-т”. – Электрон. данные. – Оренбург: Университет, 2014. – С. 2928 – 2933.

3. Синкина Е.А. Современные подходы к контролю в системе обучения // Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. - 2013. - № 3. [Электронный ресурс] URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-podhody-k-kontrolyu-v-sisteme-obucheniya (дата обращения: 06.12.2023).

4. Сидоренко Ю.В. Самостоятельная работа студентов – важный элемент образовательного процесса. // Актуальные проблемы многоуровневого высшего профессионального образования: сборник трудов региональной научно-методической конференции. – Самара: СГАСУ, 2005. – С. 368 – 370.

5. Сидоренко Ю.В. Элементы современных педагогических технологий в научно-исследовательской и учебной работе со студентами строительных специальностей вуза // Современные наукоемкие технологии. – 2005. – № 5. – С. 46-48.

6. Сидоренко Ю.В. О применении технологий тестирования и кейс-стади в строительном вузе // Инновационные технологии организации обучения в техническом вузе: материалы Международной научно-методической конференции 27-28 апреля 2016 г., Пенза / [ред. колл.: С.А. Болдырев (отв. ред.) и др.]. - Пенза: ПГУАС, 2016. - С. 103-107.

7. Сидоренко Ю.В. Дисциплины строительного материаловедения в вузе: формирование и реализация профессиональных компетенций в учебной и исследовательской работе обучающихся. // Модернизация современного образования: опыт и тенденции: монография / [Акименко Г. В. и др.]. — Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2021. — С. 64-79.

8. Зеер Э.Ф., Павлова А.М. Модернизация профессионального образования: компетентностный подход. - М.: МСПИ, 2005. - 216 с.

9. Шитякова Н. С. Управление качеством практического обучения студентов в развитии профессиональных компетенций // Молодой ученый. - 2015. - №3. - С. 858-861.

10. Гладких И.В. Методические рекомендации по разработке учебных кейсов // Вестник Санкт-Петербургского университета. - Серия: Менеджмент, 2005. - Вып. 2. - С.169-194.

11. Романова Е.В. Экологическая мотивация будущих руководителей строительной сферы // Экономика и предпринимательство. - 2016. - № 9 (74). - С. 984-987.

12. Сидоренко Ю.В. О диагностике качества подготовки студентов в строительном вузе // Фундаментальные исследования. - 2005. - № 7. - С. 44-45.

13. Сидоренко Ю.В., Рогова Ю.С., Биндер В.П., Мруц Е.С., Мухатаева Л.О., Михайленко М.А. Учебно-исследовательская работа студентов по дисциплине «Строительные материалы» // Международный журнал экспериментального образования. - 2015. - № 5-1. - С. 87-88.

14. Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. - М.: Высшая школа, 1991. – 207 с.

15. Каковихина С.И., Чиконина Г.В. Самостоятельная работа и самоорганизация как дидактические средства развития общекультурных компетенций: учебно-методическое пособие - Томск: изд-во Томского политехнического университета, 2010. - 202 с.

16. Пыжикова Ж.В. Современные педагогические технологии: методические рекомендации к квалификационной программе по педагогике и психологии. – Самара: изд-во “Самарский университет”, 2004. - 42 с.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Сущева Д.К., Касимов Р.Г., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Медицинские учреждения – одни из основных объектов инфраструктуры, обеспечивающих формирование здорового образа жизни, охрану здоровья населения и оказание первой медицинской помощи в жилых районах города.

В настоящее время индустрия строительных материалов шагнула далеко вперед, что позволило современным специалистам проектировать здания не только привлекательными, но и сохранить их безопасными и долговечными.

Цель данной работы – провести анализ тематической литературы и сравнить организационно-технологические решения при строительстве центра здоровья.

Основными задачами работы являются:

1) Выявление основных организационно-технологических решений. Их преимущества и недостатки;
2) Организационно-технологические решения при строительстве медицинских учреждений.

Организационно-технологические решения – комплекс организационных, технических и технологических мероприятий, реализация которых обеспечивает достижение конечного результата – ввода в действие объектов в установленные сроки при требуемом качестве. Каждое решение должно отвечать заданным условиям путем сравнения вариантов по выбранным критериям. Решение задач, необходимых и достаточных для оптимизации организации и технологии строительного производства по заданному критерию.

Организационно-технологические решения включают в себя такие аспекты, как:

- планирование и управление строительными процессами;
- выбор и применение строительных технологий;
- организация труда и использование ресурсов;
- контроль и обеспечение качества работ;
- безопасность на строительной площадке. [1]

Для принятия организационно-технологических решений необходимо учитывать различные факторы, такие как особенности объекта строительства, доступные ресурсы, требования заказчика, сроки выполнения работ и другие ограничения.

Основная цель организационно-технологических решений в строительстве – обеспечить выполнение строительных работ в срок, с

соблюдением требований к качеству и безопасности, при оптимальном использовании ресурсов.

Основные организационно-технологические решения в составе проектной документации включаются в следующие разделы проектной документации:

– проект организации строительства;

– проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства.

Применяемые организационно-технологические решения должны быть направлены на:

– обеспечение эффективности распределения капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ по зданиям, сооружениям и периодам строительства;

– исключение нерационального расхода материалов, топливных, энергетических ресурсов;

– снижение стоимости, трудоемкости строительства и эксплуатации объекта;

– использование современных услуг производственного и санитарно-бытового обслуживания работающих непосредственно на объектах;

– обеспечение безопасного производства;

– применение новых технологий производства строительно-монтажных работ, в том числе информационного моделирования;

– применение прогрессивных методов организации и управления строительством в целях обеспечения наименьшего срока продолжительности выполнения работ;

– использование современных средств механизации, автоматизированных средств диспетчеризации и управления производством.

Применяемые организационно-технологические решения должны содержать обоснования учета всех работ и затрат в составе сметной документации (особые условия поставки материалов, изделий и конструкций, выполнение работ вахтовым методом, стесненность и др.).

Основные организационно-технологические решения, принимаемые в проектной и организационно-технологической документации, следует обосновывать путем сравнения технико-экономических показателей конкурентоспособных вариантов. [2]

Преимущества и недостатки организационно-технологических решений в строительстве представлены в таблице 1.

Таблица 1- Преимущества и недостатки

Аспект	**Преимущества**	**Недостатки**
Эффективность	Позволяют оптимизировать процессы строительства и достичь более высокой производительности	Могут потребовать дополнительных затрат на обучение персонала и внедрение новых технологий
Контроль	Обеспечивают более точный контроль над выполнением	Могут быть сложными в реализации и требовать

Аспект	Преимущества	Недостатки
	работ и соблюдением сроков	постоянного мониторинга
Безопасность	Позволяют улучшить условия труда и снизить риски для рабочих	Могут потребовать дополнительных инвестиций для обеспечения безопасности
Качество	Позволяют повысить качество выполняемых работ и улучшить их результаты	Могут требовать дополнительных ресурсов и времени для контроля качества

При проектировании лечебных, диагностических, реабилитационных учреждений и центров здоровья руководствуются как СанПиН, так и СНиП. Все медицинские центры подлежат лицензированию РосПотребНадзором. Устройство помещений с требуемой чистотой класса «А» требует контроля, осуществляемого сторонними мониторинговыми учреждениями. [3]

Разработка организационно-технологических решений в области здравоохранения требуется при:

– Строительстве больницы или медицинского центра.

– Запланированной покупке нового эффективного медицинского оборудования. В этом случае заказчик нуждается в правильном и рациональном его размещении в имеющемся пространстве здания, с учётом всех нюансов оказания квалифицированной медицинской помощи и согласно законодательству.

– Будущей модернизации или капитальном ремонте учреждения здравоохранения, которые потребуют перераспределение кабинетов и перемещение оборудования в здании.

Раздел под названием «Организационно-технологические решения» в обязательном порядке должен содержать несколько основных пунктов, среди которых:

– Пояснительная записка. В ней должны быть отображены название объекта проектирования, режим работы, основные требования по охране труда и технике безопасности, требования по санитарно-гигиеническим вопросам, количество работников в штате и вне штата, основные пункты по обращения с медицинскими отходами, проектные решения, описание класса чистоты медицинских кабинетов и других помещении в здании медицинского учреждения, описание категории помещений, другое.

– Графические данные. Должны быть показаны планы этажей с пометкой расстановки медицинского оборудования, планы перемещения основных технологических потоков, планы подключения точек питания медицинского оборудования к инженерным системам.

– Специфика медицинского оборудования. Здесь также должен быть учтён вопрос его модернизации.

– Техническое задание по разработке смежных инженерных разделов. [4, 5]

Рисунок 1– Схема организационно – технической подготовки

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 N 87 (ред. от 15.09.2023) "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию" [Электронный ресурс]. – Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: портал. – Москва, 1991. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/902087949 (дата обращения: 5.11.2023)

2. СП 48.13330.2019. Свод правил. Организация строительства. СНиП 12-01-2004 [Электронный ресурс]. – Электронный фонд правовых и нормативно-

технических документов: портал. – Москва, 1991. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200036460 (дата обращения: 10.11.2023)

3. СП 2.1.3678-20 Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: портал. – Москва, 1991. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/573275590 (дата обращения: 10.11.2023)

4. СП 319.1325800.2017. Свод правил. Здания и помещения медицинских организаций. Правила эксплуатации [Электронный ресурс]. – Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: портал. – Москва, 1991. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/556610332 (дата обращения: 17.11.2023)

5. СП 158.13330.2014 Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования [Электронный ресурс]. – Официальный сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации – Москва, 2014. – Режим доступа: https://minstroyrf.gov.ru/docs/1937/ (дата обращения: 16.11.2023)

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТРОТУАРНОЙ ПЛИТКИ

Рыбалкин П.А.,
Турчанинов В.И., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Известно, что для дорожного покрытия очень важны показатели прочности и морозостойкости материала, из которого оно изготовлено. Природный гранит давно зарекомендовал себя как лидер среди дорожных материалов по этим параметрам. Гранитные мостовые обладают превосходной прочностью (прочность при сжатие превышает 90МПа) и долговечностью. Однако чтобы удовлетворить огромные современные потребности в дорожном строительстве, недостаточно полагаться только на гранитные мостовые. Один из способов решенияданной проблемы заключается в использовании искусственного материала - бетонной брусчатки.

На сегодняшний день на рынке предлагаются различные бетонные элементы мощения. За счет их низкой стоимости и высокой производительности линий способ полусухого вибропрессования занимает лидирующие позиции в мире по объему производства. Однако по-прежнему остается не решенным вопрос обеспечения высокой морозостойкости (F500 и выше) вибропресованного бетона [1]. Значит и долговечность такого дорожного покрытия оставляет желать лучшего. Проблема в самой основе метода. Полусухая бетонная смесь, даже после гиперпрессования, не обладает плотной структурой и характеризуется значительной открытой пористостью. Даже по окончании твердения вибропресованный бетон имеет развитую открытую пористость, что приводит к повышенному водопоглощению бетона и как следствие снижению его морозостойкости [2, 3].

Второй способ производства - вибролитьевая технология, за счет более высокого водо-цементного отношения (по сравнению с полусухим формованием) позволяет достигать более качественного уплотнения бетонной смеси литьем без прессования. Но одновременно с увеличением водо-цементного отношения снижаются и прочностные показатели бетона. С другой стороны, лишняя, механически связанная вода, не участвующая в процессах гидратации цемента, при высыхании бетона создает дополнительную направленную пористость, что также приводит к увеличению водопоглощения бетона, что в свою очередь снижает морозостойкость и долговечность [4].

Чтобы бетон обладал физико-механическими характеристиками, соответствующими природному граниту, необходим третий способ изготовления, сочетающий в себе преимущества низкого водоцементного отношения полусухого формования и плотной структуры вибролитьевой технологии.

Около сорока лет назад компанией СИСТРОМ была поставлена задача, расширить область применения декоративного бетона путем достижения физико-механических характеристик и внешнего вида как у природного камня. Для решения этой задачи необходимо было решить два основных вопроса:

— как создать плотнуюповерхность, которая будет имитировать природный камень, и иметь четкую геометрию;

— как с минимальными затратами, не прибегая к использованию полимеров, дорогих компонентов, термической и механической обработки, на рядовых цементах достичь прочности мелкозернистого бетона при сжатии до 100 МПа и на растяжение при изгибе – более 10 МПа.

1. Свойство бетона при затвердевании в контакте с поверхностью другого материала выстраивать идентичную структуру легло в основу технологии создания бетонной поверхности, имитирующей природный камень.

В конце восьмидесятых годов прошлого века в СИСТРОМ были разработаны полимерные формы для производства облицовочных плиток. Полимерный материал для форм был выбран не случайно. Минимальная адгезия бетона с поверхностью полимерных форм облегчает процесс распалубки. Современные пластики имеют хорошие прочностные характеристики, что позволяет достигать качественной геометрии изделий.

Легкие и удобные в эксплуатации полимерные формы стали открытием для строительной индустрии, их взяли на вооружение многие фирмы мира. В кассете создается благоприятный термовлажностный режим для твердения бетона. Формы герметично соединяются, исключая потери влаги, а массивность кассеты дает возможность более полно использовать экзотермическое тепло, выделяемое при твердении бетона.

Все изделия изготавливаются лицом вниз, что дает возможность в разы повысить прочность рабочей поверхности изделий. При воздействии вибрации на бетонную смесь, содержащую суперпластификатор С-3, происходит частичное перераспределение компонентов смеси по толщине изделия. Тяжелые частицы песка, перемещаясь к нижнему лицевому слою, выдавливают воздух и воду в верхние слои. При средней прочности бетонного изделия, к примеру 80МПа, на лицевом слое прочность может намного превышать этот показатель.

2. При использовании обычного портландцемента марки 400 и стандартного песка, при твердении в нормальных условиях (термообработка полимерных форм исключена) необходимо через 24 часа достичь прочности бетона при сжатии не менее 40 МПа, а уже в возрасте 14 суток – 100 МПа при сжатии и 10 МПа на растяжение при изгибе. Такая кинетика твердения бетона гарантирует качество изделий и устраняет брак при распалубке.

В качестве средства для решения этого вопроса компания СИСТРОМ применяетсуперпластификатор С-3. Эта добавка и по настоящее время остается одним из самых эффективных пластификаторов.

В 1989 году появились работы по вяжущим низкой водопотребности, так называемым ВНВ [5]. Автором этой разработки был к.т.н. Ш.Р. Бабаев. В

основу работы легло желание прорваться на большие дозировки С-3 до 5% и тем самым использовать всю мощь суперпластификатора для достижения наименьшего водоцементного отношения, а следовательно, и ошеломляющей по тем временам прочности. Сделать это удалось достаточно нестандартным способом. Добавку предлагалось вводить не в смесь с водой затворения, как обычно, а в процессе предварительного совместного помола цемента и С-3 в сухом виде. Такой способ «втирания» добавки в цементные зерна, по мнению авторов, не только снижал эффект воздухововлечения, позволяя применять большие дозировки С-3, но и помогал домолоть зерна цемента до удельной поверхности 7000см^2/г. Правда, для достижения таких показателей процесс помола затягивался на несколько часов. Прочность на сжатие бетона, приготовленного на ВНВ, действительно достигала 100 МПа. Но многие ученые склонялись к мнению, что в большей степени на формирование структуры и достижения таких прочностных характеристик повлиял эффект тонкости помола цемента. Роль суперпластификатора С-3 была сведена к присадке, повышающей эффективность помола за счет устранения эффекта слипаемости зерен цемента, который проявляется в процессе измельчения при удельной поверхности более 5000см^2/г.

Но специалисты СИСТРОМ были убеждены в том, что не предварительный совместный домол цемента и С-3, а сам по себе С-3 является основным инструментом, который позволяет радикально снизить водопотребность бетона и тем самым резко повысить прочностные показатели.

В начале девяностых годов компанией были получены первые положительные результаты по технологии применения суперпластификатора С-3 с повышенными дозировками, при которых не наблюдалось эффекта закипания смеси.

На обычных цементах без предварительного помола водоцементное отношение в смеси мелкозернистого бетона составило 0,2 на абсолютно сухих песках. При таком низком водоцементном отношении смесь обычно находится в полусухом сыпучем состоянии и пригодна в переработку только методом вибропрессования. Однако в данном случае смесь при воздействии на нее вибрации обладала высокой пластичностью и хорошей удобоукладываемостью.

Полученные результаты превзошли все ожидания. Испытания бетонных образцов, изготовленных по технологии СИСТРОМ, проводила лаборатория комплексного контроля качества строительства «НИИМосстроя». Прочность при сжатии в среднем составила 107,6 МПа, на растяжение при изгибе – 17,6 МПа. Особо необходимо отметить характер кинетики нарастания прочности бетона. В суточном возрасте бетон при комнатной температуре набирает прочность 60 МПа, а в возрасте 14 суток прочность достигает максимального значения 100 МПа и практически не отличается от прочности в 28 суточном возрасте.

Таким образом, была решена вторая основная задача по разработке технологии получения бетона прочностью до 100 МПа на рядовом портландцементе марки М400 с применением только суперпластификатора С-3.

Другие физико-механические характеристики такого бетона также являются очень высокими. Морозостойкость более F500, истираемость менее 0,4 г/см^2,водопоглощение менее 3%. Надо отметить, что С-3 всегда способствует процессу воздухововлечения в бетон. И в этом случае в структуре бетона также имеется достаточное количество мелких замкнутых сферических воздушных пор, однако на снижение прочности они не влияют. Более того, такое количество свободного резервного пространства дает возможность релаксировать напряжения в бетоне при замерзании механически связанной воды, а в сочетании с высокопрочным каркасом бетона является залогом высокой морозостойкости и долговечности, что и показали результаты испытаний.

Задача производства искусственного камня из бетона решена при очень жестких исходных данных. При производстве применяется обычный портландцемент М400, стандартный песок и суперпластификатор С-3.

Говоря о бетонной тротуарной плитке, бетонные элементы мощения, изготовленные по технологии СИСТРОМ, обладают следующими технологическими характеристиками:

— прочность при сжатии: от 800 до 1300 кг/см^2
— прочность на растяжение при изгибе от 60 до 150 кг/см^2
— морозостойкость не менее 500 циклов (F500)
— водопоглощение менее 3%
— истираемость менее 0,4 г/см^2 [6].

Такие характеристики позволяют гарантировать долговечность дорожных и тротуарных покрытий в самых сложных природно-климатических условиях.

Нами был проведен расчет производственной программы предприятия производительностью 100 тыс.м^2 плитки в год.

Таблица 1 – Расчетный режим работы предприятия

Наименование отделений и переделов производства	Кол-во рабочих смен в сутки	Кол-во рабочих дней в году	Номинальный годовой фонд времени, ч	Коэф. использования	Фактический годовой фонд времени, ч
Прием компонентов	1	260	2080	0,8	1664
Смесеприготовительное отделение	2	260	4160	0,8	3328
Формовочный цех	2	260	4160	0,8	3328
Отделение твердения	2	260	4160	0,8	3328
Склад готовой продукции	1	260	2080	1	2080

За базовую была принята тротуарная плитка размером 300х300х30мм; соответственно площадь поверхности плитки составляет 0,09м^2, а объем плитки равен 0,0027м^3.

Исходя из производительности предприятия (100 000м^2 плитки в год), посчитаем количество плитки, которое необходимо произвести.

100 000м^2 / 0,09м^2 = 1 111 111шт/год.

Объем плитки, который необходимо произвести за год.

1 111 111шт * 0,0027м^3 = 3 000м^3 (в год)

Теперь рассчитаем затрачиваемое на производство количество бетонной смеси

3 000м^3* 2,2т/м^3 (плотность бетона) = 6 600т (бетонной смеси в год)

Расчет количества компонентов бетонной смеси.

Ц/П бетонной смеси – 1:3, В/Ц – 0,28

Исходя из того, что в состав бетонной смеси, в весовых частях, входят: песок – 3; цемент – 1; вода – 0,28, вычислим массу одной части цементно-бетонной смеси.

6 600 / 4,28 (все компоненты) = 1542,1т ≈ 1540т (одна часть)

Компоненты для бетонной смеси:

Цемент = 1540т (в год)

Песок = 1540 * 3 = 4620т (в год)

Вода = 1540 * 0,28 ≈ 400т (в год)

Также в смесь вводится суперпластификатор С-3, в расчете 2 % от массы цемента.

Суперпластификатор С-3 = 30т (в год)

Таблица 2 – Производственная программа

Материал по переделам	Единица измерения	Количество в		
		год	сутки	час
Склад готовой продукции	шт	1 111 111	4 273	534
	м^2	100 000	384	48
Отделение твердения	шт	1 111 111	4 273	334
	м^2	100 000	384	30
Формовочный цех	шт	1 111 111	4 273	334
	м^2	100 000	384	30
Смесеприготовительное отделение, в т.ч.:	м^3	3 000	11,53	0,9
	т	6 600	25,38	1,98
песок	т	4 620	17,77	1,39
цемент	т	1 540	5,92	0,46
вода	т	400	1,54	0,12
С-3	т	30	0,115	0,009

Целесообразность широкого внедрения технологии СИСТРОМ при производстве тротуарной плитки может быть подтверждена сравнением внешнего вида покрытия территории ОГУ, выполненного не менее 20 лет тому назад плиткой, изготовленной по технологии СИСТРОМ, и покрытия за территорией ОГУ на проспекте Победы, которое ввиду полного разрушения в 2023 г. было заменено на асфальтобетонное.

Список литературы

1. Дементьев, Г.К. Условие долговечности бетона и железобетона/ Г.К. Дементьев. – Куйбышев: Куйбышевское книгоиздат, 1955. – 120 с.

2. Нилендер, Ю.А. Поверхностная прочность бетона и связь ее с появлением трещин/ Ю.А. Нилендер// Труды конференции по коррозии бетона/ АН СССР. 1937. – 284 с.

3. Батяновский, Э.И. Особо плотный бетон сухого формования/ Э.И. Батяновский - Минск.: НПООО «Стринко»; 2002. – 224 с.

4. Кудимова, А. В. Разработка состава и изучение свойств тротуарной плитки / А. В. Кудимова, Н. В. Дроздова, Е. Н. Потапова // Успехи в химии и химической технологии. – 2011. – Т. 25, № 6. – С. 40-43.

5. Применение суперпластификаторов в бетоне для дорожного строительства / Е. С. Силина, Л. И. Кошелева, Е. А. Пранайтис, Ю. А. Ярушавичус // Бетон и железобетон. – 1989. – № 1. – С. 16-17.

6. СИСТРОМ : сайт. – URL: https://sistrom.ru/ (дата обращения: 18.01.2024)

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МАЛОЭТАЖНЫХ МОБИЛЬНЫХ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Украинченко Д. А., канд. техн. наук, доцент, Абдураупов Б. Р.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

По данным Минстроя России по мониторингу объемов жилищного строительства [1] на 1 сентября 2023 г. ввод жилья на территории Российской Федерации составил 70,2 млн кв. м, что на 0,7 % выше показателя аналогичного периода 2022 года, из них многоквартирные жилые дома – 28,2 млн кв. м, что на 8,3 % выше показателя аналогичного периода 2022 г., индивидуальное жилищное строительство – 42,0 млн кв. м, что на 3,8 % ниже показателя аналогичного периода 2022 года.

Развитию ИЖС на сегодняшний день способствует государственная программа «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации», утвержденная постановлением Правительства от 30 декабря 2017 года. Эта программа представляет собой стратегию развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения, которая ведет не только к формированию рынка доступного жилья с обеспечением комфортных и качественных условий проживания гражданам России, но и к созданию условий для развития массового строительства жилья эконом класса [2].

Немаловажную роль в малоэтажном индустриальном домостроении занимает деревянное строительство. На сегодняшний день уже существуют унифицированные по своим технологическим качествам плиты покрытия и панели стен заводского изготовления, которые являются основой для разнотипных жилых и производственных малоэтажных объектов.

По сравнению с традиционными технологиями строительства, деревянное панельное домостроение имеет ряд преимуществ, таких как:

- 100 % заводская готовность;
- экологичность;
- сравнительно малый вес здания, что позволяет сэкономить на устройстве фундамента;
- нет необходимости во внутренней отделке, поскольку она производится на заводе;
- быстрые сроки возведения зданий;
- меньшая стоимость.

Основной проблемой в данной области является отсутствие наработанной базы типовых проектов, и, как следствие, массового строительства панельных деревянных домов.

Одной из отличительных особенностей современной жилищной политики РФ является наличие устойчивой тенденции увеличения доли малоэтажного строительства как в целом по РФ, так и по регионам. Это обусловлено следующими основными социально-экономическими предпосылками: во-первых, изменением структуры спроса на жилье; во-вторых, появлением государственных приоритетов на поддержку развития малоэтажного жилищного строительства.

По данным многочисленных соцопросов, большинство россиян хотели бы жить в собственном доме, за чертой города, в более комфортных и экологически чистых условиях. Во многих странах большинство людей проживают в малоэтажных домах, а монолитные высотки там служат лишь как административно-коммерческие офисные центры.

Застройка панельными и монолитными многоэтажками крупных городов России долгое время шла вразрез с мировыми тенденциями комфортабельности проживания.

К основным преимуществам малоэтажной жилой застройки по сравнению с традиционным для России строительством многоэтажного жилья следует отнести:

- социально-психологический комфорт проживания;
- доступность;
- индустриальность: современные технологии индустриального массового возведения малоэтажного жилья позволяют обеспечить более низкую себестоимость по сравнению с многоэтажным жильем, эксплуатационные затраты для такого жилья существенно ниже, чем для многоэтажного;
- энергоэффективность: за счет применения современных строительных технологий и материалов можно легко достичь необходимый уровень теплоэффективности в малоэтажных домах в соответствии с современными требованиями;
- экологичность: комплексное малоэтажное жилищное строительство планируется осуществлять преимущественно на пригородных территориях, которые являются более экологически безопасными, чем территории городов. Малоэтажное строительство предполагает минимальное воздействие на окружающую среду, в качестве строительных материалов используется экологически чистое сырье и практически безотходное производство;
- динамичность: современные технологии массового возведения малоэтажного жилья позволяют обеспечить строительство жилых домов в более короткие сроки, чем строительство многоэтажек, и более низкие (по сравнению с производством традиционных строительных материалов) финансовые затраты.

Необходимо отметить экономическую выгоду комплексной малоэтажной застройки, которая заключается в снижении затрат строительства за счет централизации производства, транспортировки и доставки необходимых строительных материалов. Быстрому созданию и развитию производств таких материалов для малоэтажного домостроения будет способствовать разработка

органами государственной власти и органами местного самоуправления типовой проектной документации малоэтажных домов и предприятий малоэтажного домостроения, типовых проектов планировки, которые потребуют только их привязки к конкретной территории с учетом географических и климатических условий.

Предлагаемая для дальнейшего разбора формообразования и конструирования зданий из унифицированных элементов деревянная ребристая панель с клеедощатой обшивкой была взята из диссертации Украинченко Д.А. «Деревянные унифицированные панельные конструкции с клеедощатой обшивкой» [3].

Разработанные деревянные панели предназначены как для отапливаемых, так и неотапливаемых зданий с температурно-влажностными режимами эксплуатации групп А1, А2, Б1, Б2, В1, В2 [4], возводимых в различных климатических районах Российской Федерации [5].

Основной материал панелей - древесина сосны 2 и 3 сорта с влажностью 10-12 %, удовлетворяющая требованиям ГОСТ 8486-86*, ГОСТ 24454-808*.

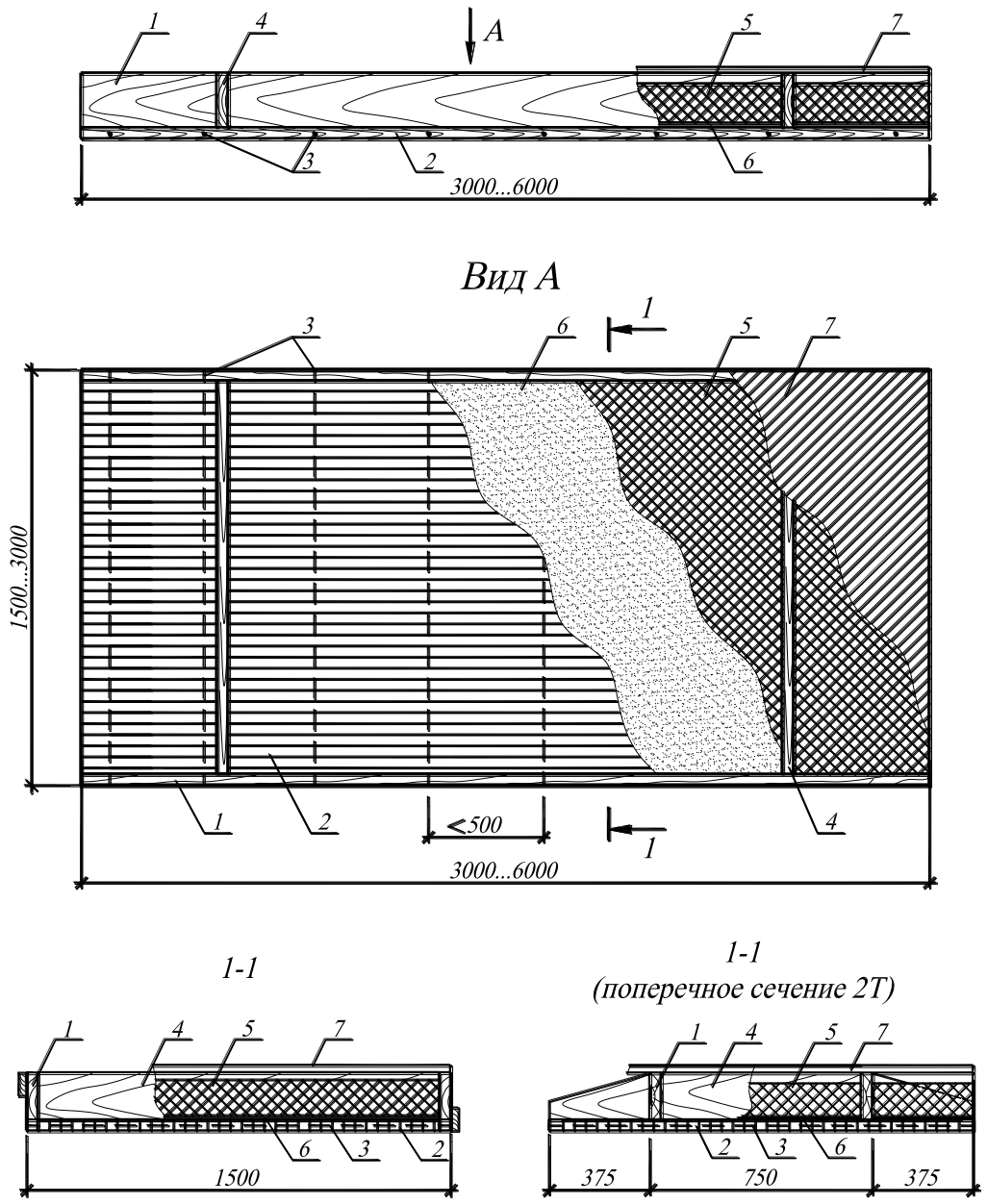
Конструкцию панелей (рисунок 1) с размерами в плане от 1,5×3,0 м до 3,0×6,0 м образуют два дощатых ребра, которые вместе с приклеенной с гвоздевым прижимом к ним клеедощатой обшивкой составляют П-образное или в виде двойного Т поперечное сечение.

Клеедощатая обшивка выполнена из склеенных между собой брусков с размерами не более чем 45×45 мм с предварительным напряжением, создаваемым при помощи стальных арматурных стержней из стали класса А-II, А-III диаметром 8-10 мм, вклееных при помощи эпоксидных клеев типа К-156 или ЭПЦ-1 с шагом 300-500 мм по всей длине пакета в заранее высверленные отверстия.

В качестве теплоизоляции используется минеральный утеплитель на основе базальтового волокна (БСТВ) по ГОСТ 4640-93, отличающийся пожаробезопасностью (группа горючести НГ), биостойкостью (неподверженность грибку и плесени) и экологичностью.

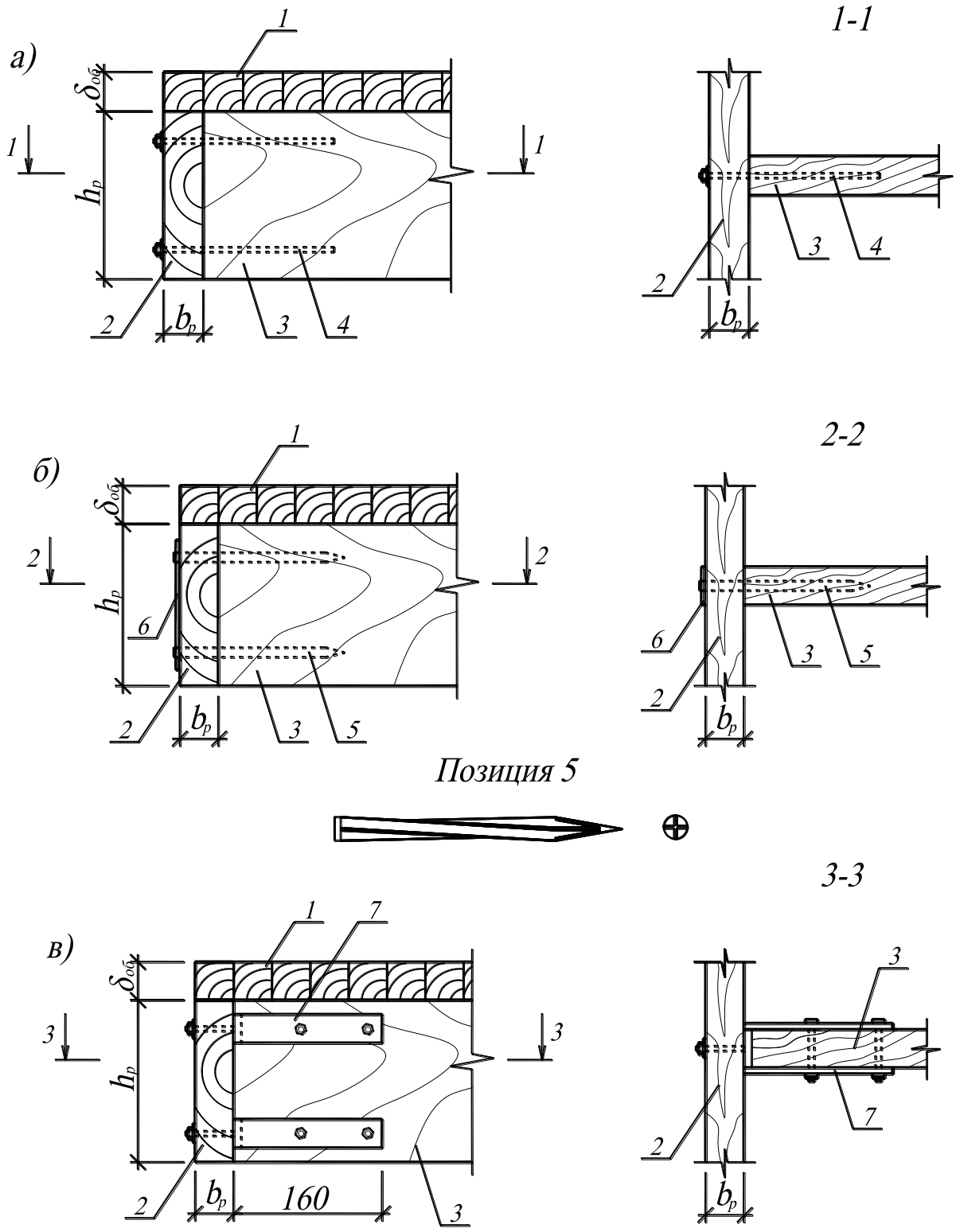
Для обеспечения неизменяемости поперечного сечения панели между несущими продольными ребрами предусмотрены дощатые диафрагмы жесткости, которые поставлены на расстоянии 500 мм от торцов конструкции для удобства выполнения узлов опирания на нижележащие конструкции. В отдельных случаях диафрагмы целесообразно располагать по торцам панели, например, при опирании стеновой панели на обвязочный брус, конструировании конькового узла или организации карнизного свеса.

Примыкание диафрагм жесткости к основным ребрам выполняется при помощи вклеенных стержней, стальных витых нагелей крестообразного поперечного сечения, металлических хомутов (рисунок 2).



1 - несущие ребра; **2** - клеедощатая обшивка; **3** - поперечные арматурные стержни; **4** - диафрагмы жесткости; **5** - утеплитель; **6** - пароизоляция; **7** - гидроизоляционные или отделочные слои

Рисунок 1 – Панельная конструкция с клеедощатой обшивкой



а - на вклеенных стержнях; **б** - на витых нагелях крестообразного поперечного сечения; **в** - на металлических хомутах: **1** - клеедощатая обшивка; **2** - несущее ребро; **3** - диафрагма жесткости; **4** - вклеенный стержень; **5** - витой нагель; **6** - стальная накладка; **7** - металлический хомут

Рисунок 2 – Варианты узлов крепления диафрагм к основным ребрам

Использование панелей в наружном ограждении создает необходимость устройства паро и теплоизоляционных слоев. В качестве пароизоляционного слоя предлагается использовать пленочные или рулонные материалы со стабильными во времени свойствами: полиэтиленовая пленка, полимерные пленки типа изол, гидроизол, бризол, фольгоизол и др. В качестве теплоизоляционного материала предусмотрено использование минерального утеплителя на основе базальтового волокна (БСТВ).

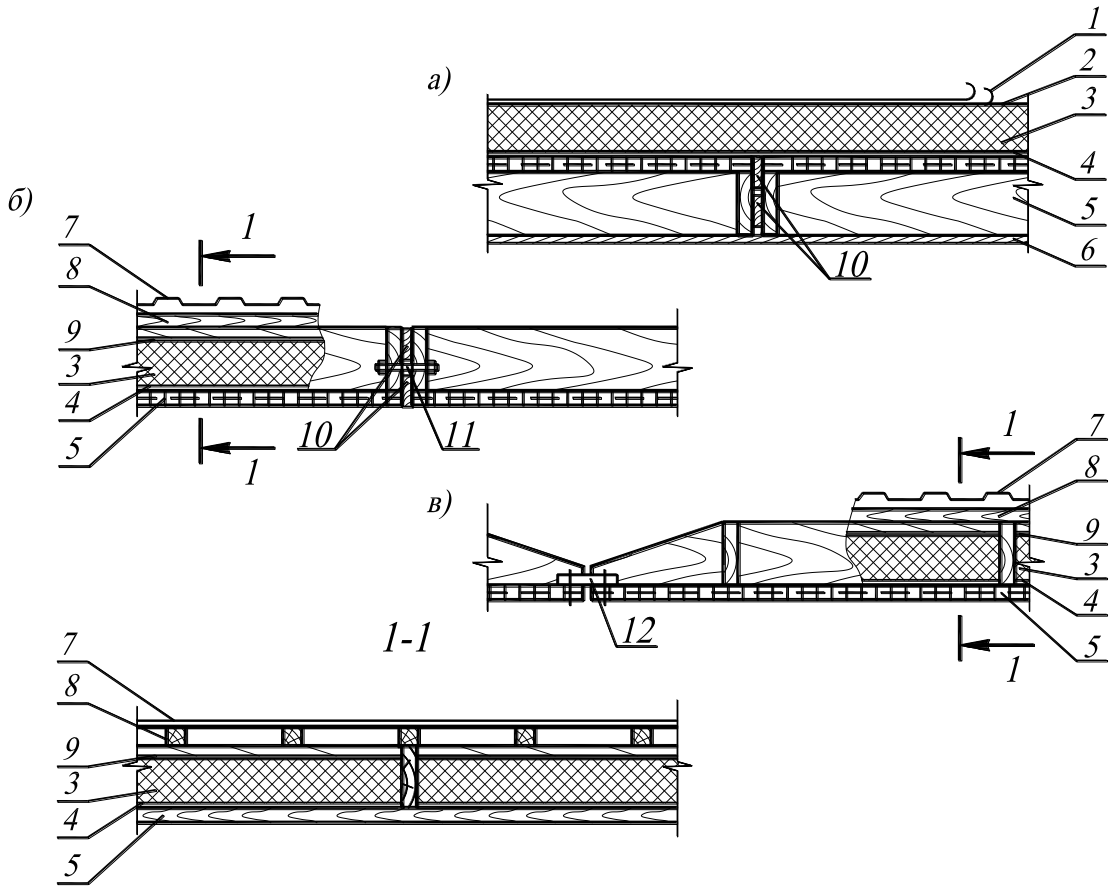
За счет жесткого клеевого соединения несущих ребер и клеедощатой обшивки последняя вовлекается в общую работу конструкции, обеспечивая при этом увеличение геометрических характеристик поперечного сечения панели.

В покрытии предлагаемую панель рекомендуется монтировать непосредственно на нижележащие конструкции в виде стен, подстропильных элементов, колонн, исключая устройство несущих поперечных балок, за счет чего достигается совмещение несущих и ограждающих функций. При этом ориентация клеедощатой обшивки может быть различной, как внутрь, так и наружу помещения. Расположение обшивки допускается изменять и при использовании панелей в качестве элементов перекрытия. Панельная конструкция, уложенная в перекрытии так, чтобы обшивка находилась в сжатой зоне поперечного сечения обеспечивает стопроцентную заводскую готовность пола, в растянутой зоне – потолка.

Использование совмещенных панелей с клеедощатой обшивкой в качестве элементов покрытия позволяет выполнить как совмещенную рулонную кровлю, так и кровлю с применением листовых материалов, например, стального профилированного или волнистого асбестоцементного листа. Возможные решения кровли при использовании предложенных панелей в качестве конструкции покрытия показаны на рисунке 3. Кровлю из рулонных материалов целесообразно выполнять при расположении обшивки в сжатой зоне поперечного сечения. В этом случае гидроизоляционный ковер рекомендуется устраивать по стеклоткани, пропитанной отвердевшей смолой и уложенной по слою теплоизоляционного материала, такого как пенопласт или жесткие минераловатные плиты, за счет чего увеличивается их прочность на смятие при действии на гидроизоляционный ковер сосредоточенных нагрузок.

При расположении обшивки в растянутой зоне поперечного сечения панели, листы кровельного ограждения следует устраивать по заранее выполненной обрешетке, уложенной по верхней грани несущих ребер плит покрытия. Кроме этого в данном случае необходимо предусмотреть слой ветрозащитной пленки, уложенный по утеплителю.

Совместная работа и герметизация стыков панелей покрытия между собой достигается за счет узла сопряжения панелей, выполненного при помощи накладок на боковой грани несущего ребра по всей длине конструкции (рисунок 3а). Кроме этого для обеспечения совместной работы панелей дополнительно устраиваются шпильки, стягивающие несущие ребра между собой (рисунок 3б). С целью ускорения процесса монтажа целесообразно заменить стяжные шпильки на



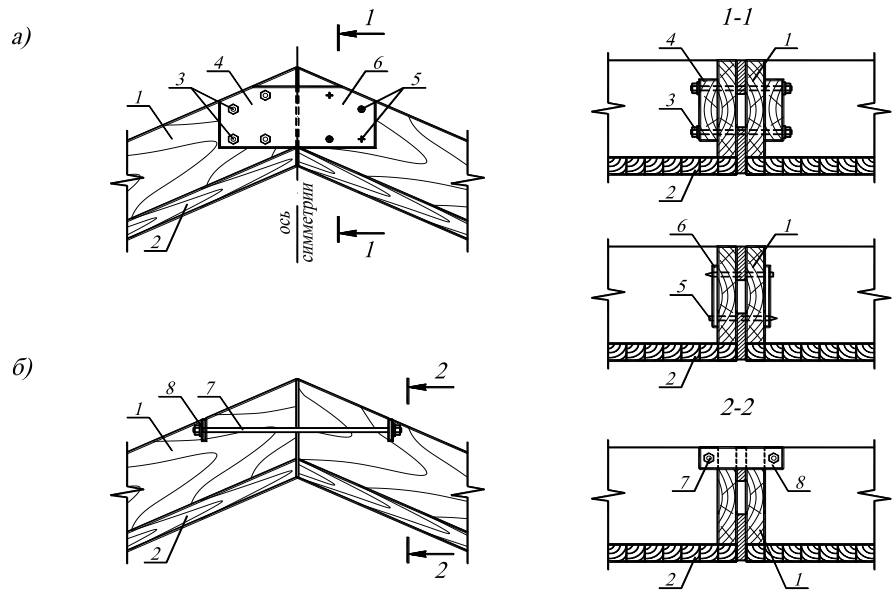
а - совмещенная рулонная кровля; **б** - с применением профилированного листа; **в** - то же, при использовании панели поперечного сечения в виде двойного Т: **1**- гидроизоляционный ковер; **2** - стеклоткань, пропитанная отвердевшей смолой; **3** - утеплитель; **4** - пароизоляция; **5** - панельная конструкция; **6** - декоративная обшивка, **7** - стальной профилированный лист, **8** - обрешетка; **9** - ветрозащитная пленка; **10** - парные накладки; **11** - стяжная шпилька; **12** - накладка

Рисунок 3 – Возможные решения кровли

крестообразные винтовые нагели. Сопряжение панелей в виде двойного Т поперечного сечения выполняется при помощи накладки, устраиваемой на внутренней грани клеедощатой обшивки по всей длине конструкции (рисунок 3в).

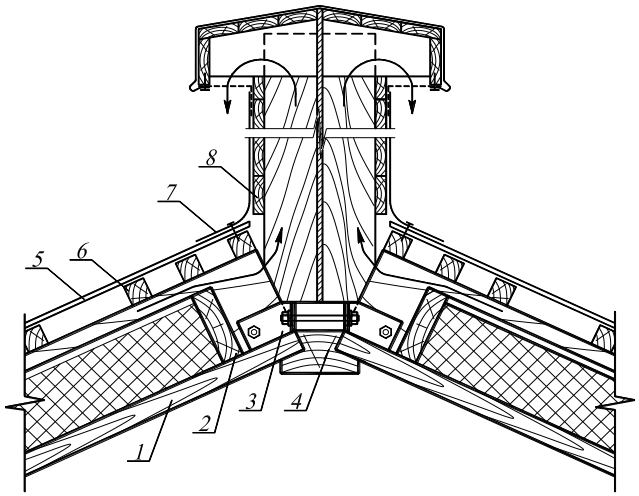
Сопряжение предложенных панелей в коньке предлагается выполнять при помощи двухсторонних деревянных накладок, стянутых между собой металлическими стяжными шпильками. Для увеличения скорости монтажа панелей накладки можно выполнить из металлических листов, а в качестве соединительных элементов использовать также винтовые нагели крестообразного поперечного сечения (рисунок 4а), забитые огнестрельным способом. Коньковый узел, выполненный при помощи парных шпилек,

стягивающих несущие ребра панели между собой через траверсы, врезанные в ребра панелей показан на рисунке 4б. На рисунке 5 изображен коньковый узел, выполненный при помощи вставки из твердых пород древесины между панелями и металлических фиксирующих накладок. Здесь же показана конструкция щелевого продуха, выполняемого по всей длине здания, который рекомендуется устраивать в скатных кровлях из листовых материалов для обеспечения нормального вентилирования внутренних полостей панелей покрытия.



а – на парных деревянных или металлических накладках; **б** - при помощи стяжных шпилек: **1**- несущие ребра; **2** - клеедощатая обшивка; **3** - шпильки; **4** - парные деревянные накладки; **5** - витые нагеля крестообразного поперечного сечения; **6** - парные стальные накладки, **7** - стяжные шпильки, **8** - траверса

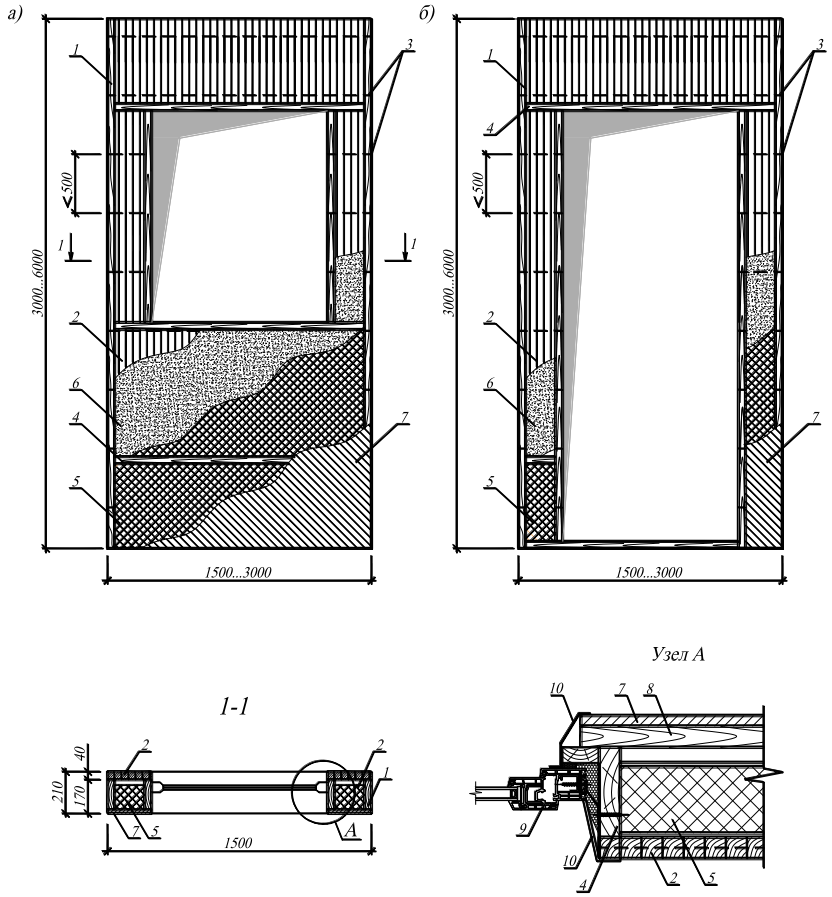
Рисунок 4 – Конструкции узлов сопряжения панелей в коньке



1- клеедощатая обшивка; **2** - диафрагма жесткости; **3** - стальной элемент крепления; **4** - вставка из твердой породы древесины; **5** - кровельное покрытие; 6 - обрешетка; **7** - фартук из оцинкованной стали; **8** - обшивка из досок;

Рисунок 5 – Конструкция щелевого вентиляционного продуха

Конструкцию стеновых панелей, так же как панелей покрытия и перекрытий, образуют два дощатых ребра, которые вместе с приклеенной с гвоздевым прижимом к ним клеедощатой обшивкой образуют П-образное или в виде двойного Т поперечное сечение (рисунок 6). Предлагаемые стеновые панели монтируют непосредственно на фундамент в вертикальном положении, а не навешивают на колонны, за счет чего достигается совмещение несущих и ограждающих функций. Ориентация клеедощатой обшивки так же, как и для панелей покрытия и перекрытий может быть различная, как внутрь, так и наружу помещения.

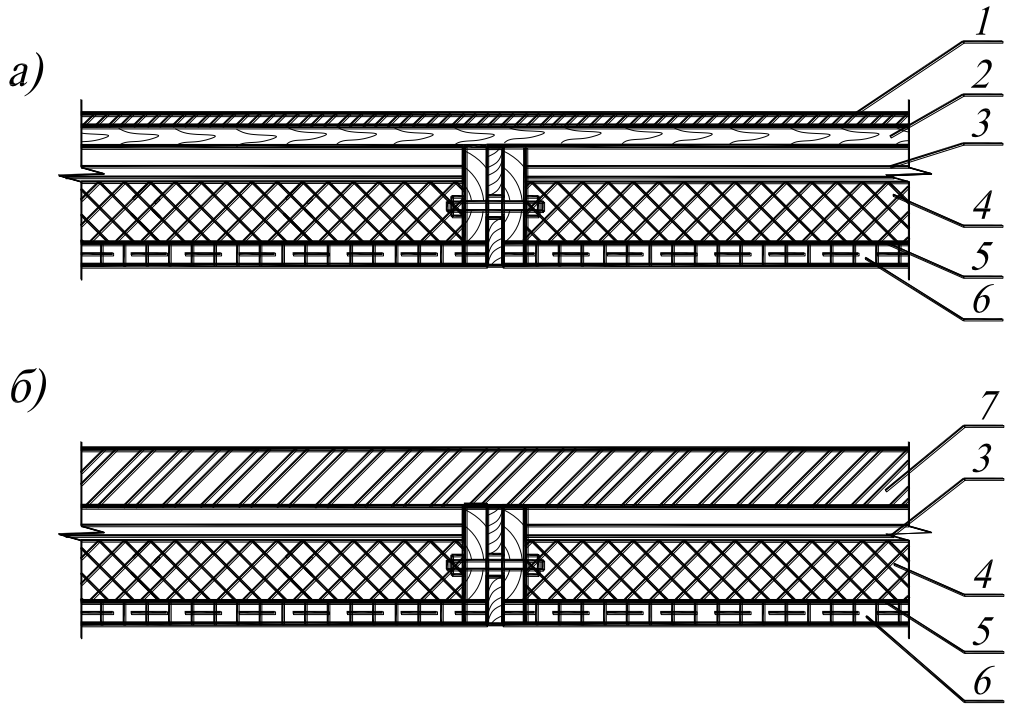


а - стеновая панель с оконным проемом; **б** - стеновая панель с дверным проемом: **1** - несущие ребра; **2** - клеедощатая обшивка; **3** - поперечные арматурные стержни; **4** - диафрагмы жесткости; **5** - утеплитель; **6** - пароизоляция; **7** - декоративная обшивка; **8** - обрешетка; **9** - оконный блок из ПВХ профиля; **10** - откос

Рисунок 6 – Конструкция стеновой панели с клеедощатой обшивкой

Оконные и дверные проемы выполнены путем устройства обрамляющих элементов-диафрагм, устанавливаемых по периметру. Такое решение позволяет беспрепятственно выполнять постановку современных оконных и дверных блоков на основе профилей из ПВХ в соответствии с требованиями ГОСТ 30971-2002 «Швы монтажные узлов примыкания оконных блоков к стеновым проемам» (рисунок 6а).

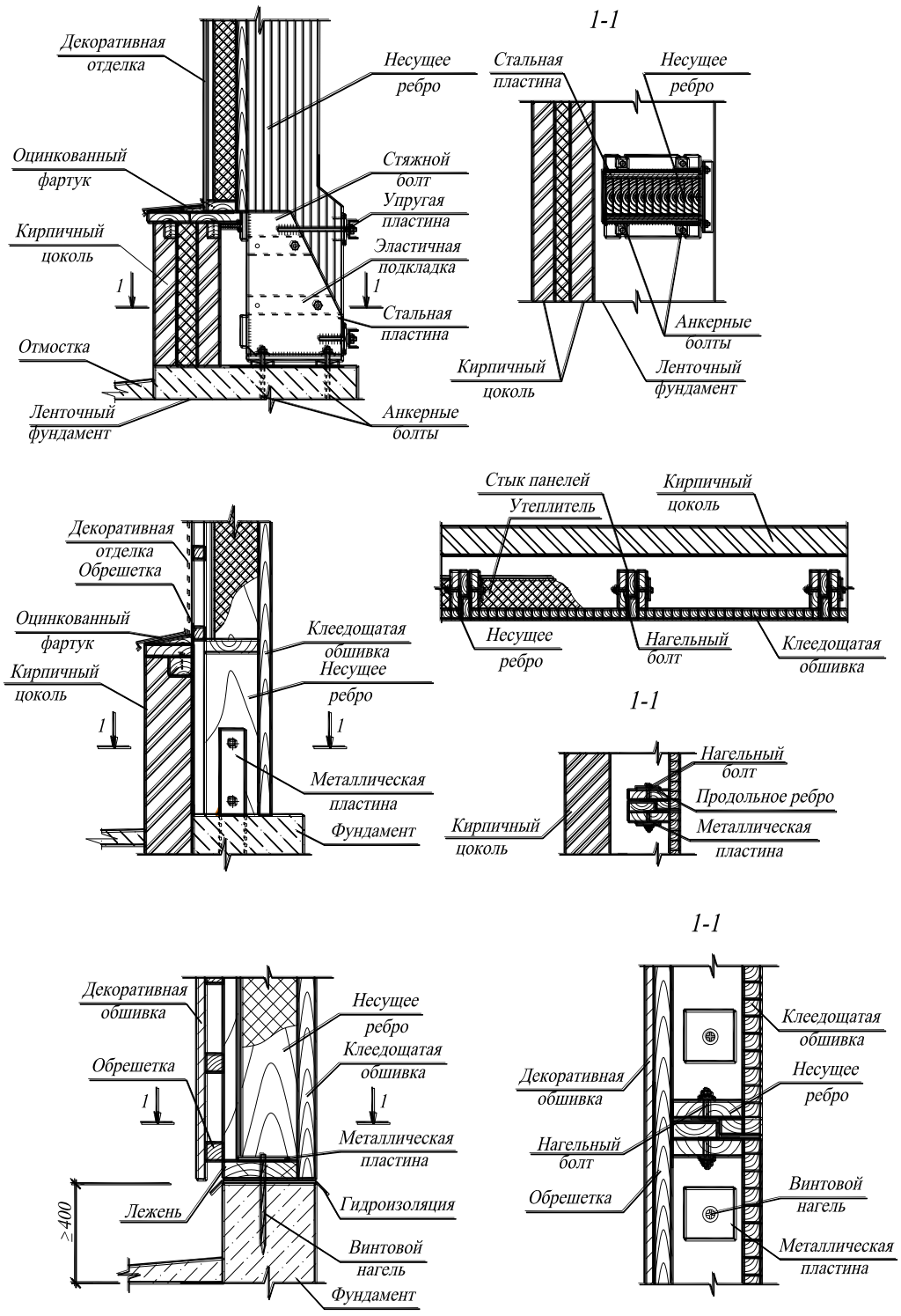
Ориентируя обшивку внутрь помещения и получая при этом готовую поверхность стен, снаружи панельные конструкции предлагается облицовывать декоративными материалами, например, сайдингом по деревянной обрешетке, выполненной по наружным граням несущих ребер (рисунок 7а). Так же возможен вариант отделки панелей облицовочным слоем кирпичной кладки (рисунок 7б).



а - наружное стеновое ограждения с отделкой сайдингом; **б** – то же с отделкой облицовочным слоем кирпичной кладки: **1**- сайдинг; **2** - обрешетка; **3** – ветрозащитная пленка; **4** - утеплитель; **5** - пароизоляция; **6** - клеедощатая обшивка; **7** - облицовочная кладка

Рисунок 7 – Возможные решения стенового ограждения

Предложенные конструктивные решения могут быть использованы для стенового ограждения как гражданских, так и производственных зданий. Пространственную жесткость жилых зданий легко обеспечить за счет системы взаимно перпендикулярных наружных и внутренних стен, при этом продольные ребра панели могут иметь шарнирные сопряжения с фундаментом. В производственных зданиях пространственная жесткость может быть обеспечена за счет защемления ребер в фундаментах. Варианты узлов шарнирного и жесткого сопряжения стеновых панелей с фундаментном, рекомендуемые для разработанных конструктивных форм, приведены на рисунке 8.



а – вариант жесткого узла; **б, в** – варианты шарнирных узлов

Рисунок 8 – Узлы сопряжения стеновой панели с фундаментом

Официальная статистика показывает, что абсолютные показатели ввода индивидуального малоэтажного жилья в целом по России постоянно растут: с 6,2 млн. кв. м. в 1990 г. до 25,3 млн. кв. м. в 2010 г., 28,1 млн. кв. м. в 2018 г., 39,8 млн. кв. м в 2020 г. и 42,0 млн кв. м в 2023 г. [1].

Данная особенность приоритета жилищного строительства формирует новый облик страны как «одноэтажной России» и отражает мировые тенденции развития, ориентированные на формирование более комфортной и экологической среды для жизни.

По результатам социологических опросов, проводимых Фондом «Общественное мнение», около 60 % россиян хотели бы улучшить свои жилищные условия за счет приобретения загородного дома в организованном коттеджном поселке. Причиной активизации малоэтажного строительства является не только увеличение спроса на рынке загородной недвижимости, но и появление новых строительных материалов и технологий, которые позволяют сократить сроки и снизить стоимость возведения зданий.

Основной проблемой в данной области является отсутствие наработанной базы типовых проектов, и, как следствие, массового строительства панельных деревянных домов.

Список литературы

1. Минстрой России [электронный ресурс]: мониторинг объемов жилищного строительства. URL: http://www.minstroyrf.ru/trades/zhilishnaya-politika/8/ (дата обращения: 10.01.2024).

2. Постановление правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 323 Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации».

3. Украинченко Д.А. Деревянные унифицированные панельные конструкции с клеедощатой обшивкой: дисс. канд. техн. наук. Пенза, 2011.

4. СниП II-25-80. Деревянные конструкции. М.:ОАО «ЦПП», 2007. 30 С.

5. СниП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия. М.: ОАО «ЦПП», 2007. 33С.

РАЦИОНАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ФУНДАМЕНТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

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

Многолетнемерзлыми или вечномерзлыми грунтами, называются грунты, находящиеся в мерзлом состоянии постоянно в течении трех и более лет. Мерзлый грунт – это грунт с отрицательной или нулевой температурой, содержащий в своем составе видимые ледяные включения и (или) лед-цемент и характеризующийся криогенными структурными связями.

Согласно оценке экспертов, общая площадь мерзлых пород в России составляет около 10,7 млн. кв. км. или распространена почти на 63 % территории страны (рис.1).

Рисунок 1 – Карта вечной мерзлоты

На эти грунты заметно влияют сезонные перепады погоды, в результате которых происходит замерзание и таяние горных пород. Неоспоримым

является факт повышения средней температуры на планете, так называемое «глобальное потепление», вследствие чего ожидается масштабное таяние ВМГ.

Строительство зданий и сооружений на вечномерзлых грунтах актуально, проблематично и в то же время перспективно для нашей страны, территории которой расположены в зоне многолетнемерзлых грунтов. Недра вечной мерзлоты скрывают множество полезных ископаемых, что вызывает необходимость осваивать и развивать северные территории страны. Для проживания и освоения арктической зоны необходимо возведение временных и капитальных зданий и сооружений на вечномерзлых грунтах. Изменение климата вызывает увеличение температуры многолетних мерзлых грунтов, уменьшение их прочности и интенсификацию ряда деструктивных геокриологических процессов, таких как термокарст, солифлюкция, неравномерные просадки почвы и тому подобное. За последние годы число сооружений, получивших повреждения из-за неравномерных просадок фундаментов, увеличилось, по сравнению с предшествующим десятилетием, в Норильске – на 42, Якутске – на 61, Амдерме – на 90 %.

В Красноярском крае сосредоточены нефтегазоносные провинции и горно-металлургические промышленности России, что требует кардинального пересмотра методов и принципов строительства на многолетнемерзлых грунтах, учитывая их недостаточную изученность.

Практика строительства в северных регионах свидетельствует о применении основного принципа – содержание многолетнемерзлых грунтов под зданиями и сооружениями в замороженном состоянии в течение всего периода эксплуатации. Технически реализуется это следующими способами:

- устройство проветриваемого (холодного) подполья;
- устройство холодных первых этажей;
- укладка в основании охлаждающих труб или применение вентилируемых фундаментов;
- установка сезонно действующих охлаждающих устройств (СОУ).

Периодическое изменение температуры поверхности грунта в течение года приводит к изменению теплового состояния приповерхностных слоев грунтов. В области развития многолетнемерзлых грунтов, развито сезонное оттаивание породы, т. е. в теплый период года мерзлые толщи в самой верхней своей части протаивают. Слой сезонного оттаивания всегда подстилается мерзлыми грунтами. Глубина сезонного промерзания и сезонного оттаивания обычно изменяется от первых десятков сантиметров до нескольких метров. Максимальное отклонение среднемесячной температуры поверхности пород от среднегодовой температуры называют амплитудой колебания температуры. Численно величина амплитуда колебания температуры равна половине разности средних температур за самый холодный и самый теплый месяцы. С глубиной, колебания температуры уменьшаются, т. е. происходит затухание амплитуды годовых колебаний температуры. Максимальную глубину, на которой годовые колебания уже практически не фиксируются, называют глубиной годовых нулевых амплитуд, или глубиной распространения годовых

колебаний температуры. Температура грунта в течение года здесь остается неизменной и называется среднегодовой температурой грунтов.

Большинство жилых и промышленных объектов в криолитозоне построены на свайных фундаментах. Многолетний опыт строительства показывает, что они являются более рациональными, так как обладают техническими, экономическими и экологическими преимуществами по сравнению с другими конструктивными решениями. Как правило, это использование железобетонных заводских свай, а в некоторых случаях – горячекатаных стальных труб. Глубина заложения, как правило составляет 10-15 метров [5]. В вечномерзлый грунт их погружают в основном тремя способами: буроопускным, опускным, бурозабивным. Наиболее удачным, является буроопускной метод.

Сваи как правило, опирают на несжимаемый твердомерзлый грунт, являющийся хорошим основанием для сооружения, но на боковой поверхности свай образуется лед-цемент, скрепляющий их с мерзлым грунтом. Он берет на себя до 80 % нагрузки на сваю и определяет ее несущую способность. Прочность льда-цемента уменьшается при увеличении температуры грунта; обусловленное этим уменьшение несущей способности стандартных строительных свай можно рассчитать, используя эмпирические зависимости от температуры грунта. Карты на рис. 2 показывают, что несущая способность свайных фундаментов уже уменьшилась повсеместно на 20-40 %, при том, что запас прочности по [1] должен быть не менее 40 %. В ближайшее десятилетие на большей части криолитозоны он будет превышен, а к середине XXI века этот показатель будет превышен повсеместно.

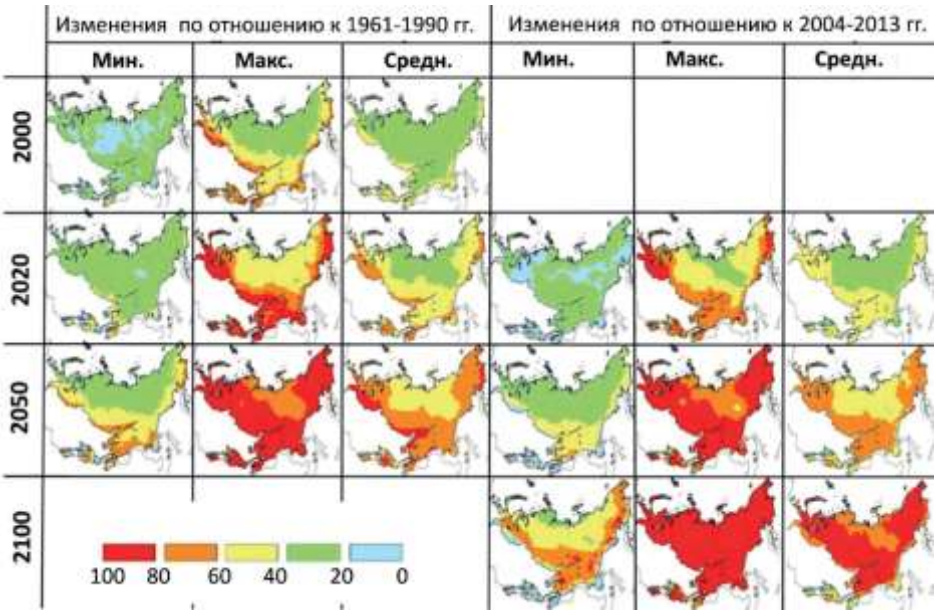


Рисунок 2 – Относительные изменения несущей способности свайных фундаментов, обусловленные увеличением температуры многолетней мерзлоты

В связи с этим следует уделять особое внимание мониторингу состояния зданий и сооружений, а именно:

- регулярно исследовать состояние оснований зданий и сооружений, построенных на вечной мерзлоте;
- проводить геодезический мониторинг деформаций зданий;
- следить за изменением температуры грунтов в основании зданий;
- разрабатывать рекомендации и планы устранения выявленных нарушений для обеспечения безопасной эксплуатации зданий и сооружений.

Доступные технологии позволяют эффективно обеспечивать устойчивость зданий, расположенных на многолетнемерзлых грунтах. Однако, количество поврежденных и деформированных объектов, которые были построены в период активного освоения Арктики и Севера, все еще остается велико. Важным причинами всего этого становится некорректность инженерных изысканий, устаревшие методы и принципы строительства, игнорирование рисков разрушения зданий и сооружений в зоне многолетней мерзлоты.

Во избежание подобных случаев используют охлаждающие установки для температурной стабилизации грунтов. Принцип действия термостабилизирующих устройств заключается в переносе холода атмосферного воздуха к основанию фундамента, благодаря чему в грунтах поддерживается нужная проектная температура, грунт не растепляется от теплового воздействия зданий или в результате сложных процессов, происходящих в подземных слоях. Устройства не требуют затрат электроэнергии, их действие основано на использовании силы тяжести и разницы температур грунта и воздуха. В качестве хладагента используется аммиак или углекислота, которые перекачиваются по системе, перенося тепло от грунта к надземной конденсаторной части.

Данным способам термостабилизации грунтов удалось замораживание грунтов до расчетных значений после первого-второго года работы. Следовательно, необходим переход к концепции управления мерзлотно-геологическими условиями территории застройки с использованием современной строительной криотехники.

Список литературы

1. СП 25.13330.2020. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. – Введ. 08.04.2021. – М.: Стандартинформ, 2021.

2. Долгих Г.М., И.П. Рило. Новые перспективы северного строительства жилых административных зданий с применением углекислотной термостабилизации грунтов. – Тюмень: ООО НПО «Фундаментстройаркос», 2015.

3. Гончаров, Ю.М. Разработка и совершенствование эффективных методов фундаментостроения на многолетнемерзлых грунтах: специальность 04.00.07 «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение»: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических

наук / Гончаров Юрий Михайлович; Красноярский политехнический институт. – Якутск, 1989. – 42 с. – Место защиты: Ин-т мерзлотоведения СО АН СССР. – Текст : непосредственный.

4. Бояринцев, А.В. Репрезентативный анализ опыта строительства фундаментов на многолетнемерзлых грунтах // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. – 2019. – Т. 10, № 1. – С. 57–68.

5. Драчков, Д.С. Особенности строительства зданий и сооружений на многолетнемерзлых грунтах // НАУКА и ИННОВАЦИИ в XXI ВЕКЕ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ОТКРЫТИЯ и ДОСТИЖЕНИЯ: сборник статей V Международной научно-практической конференции: в 2 частях. – 2017. – Т.1. – С. 133-135.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ И ТИПЫ УСИЛЕНИЯ ФУНДАМЕТОВ

Украинченко Д.А., канд. техн. наук, доцент, Ягофаров Р.Р.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

«Вы должны смотреть не на красоту здания, а на строительство фундамента, который выдержит испытание временем» (Дэвид Аллан Коу).

Склонен согласиться с данным высказыванием, так как при грамотном подходе при проектировании фундаментов срок службы здания может быть продлен на 50-100 лет. Проектирование в целом, и проектирование фундаментов, в частности, это очень трудная и кропотливая работа, связанная с высокой квалификацией проектировщика. Но речь идет про новое строительство, а как быть, например, уже с эксплуатируемыми зданиями, которые запроектированы на просадочных грунтах? Что тогда делать и как усилить фундаменты в таких зданиях? На эти вопросы я постараюсь ответить в своей статье.

Проблема просадочных грунтов актуальна для Оренбургской области, районах, прилегающих к Оренбургу. Недостаточное внимание к специфическим свойствам просадочных грунтов может привести к появлению трещин, неравномерной осадки фундаментов и разрушению зданий и сооружений. Прежде чем говорить об усилении фундаментов на просадочных грунтах, разберемся что такое просадочные грунты [3].

Согласно СП 25100-2020, это грунт, который под действием внешней нагрузки и (или) собственного веса при замачивании водой претерпевает вертикальную деформацию (просадку) и имеет относительную деформацию просадочности 0,01.

Существует два типа просадочности грунтов:

I тип просадочности – это такие грунтовые условия, при которых просадка возможно только от внешней нагрузки, а просадка от собственного веса, либо отсутствует, либо не превышает 5 см, что можно не учитывать при расчетах.

II тип просадочности – это такие грунтовые условия, при которых помимо просадки от внешней нагрузки, возможна просадка от собственного веса грунта, которая превышает 5 см. [1].

Для выбора наиболее выгодного и экономически целесообразного способа усиления фундаментов важно произвести инженерно-геологические изыскания и составить полный технический отчет согласно п 6.3.3.2 СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства» [2].

На выбор способа усиления фундаментов эксплуатируемого здания, которое возведено на просадочных грунтах и имеющего недопустимые деформации, следует учитывать следующие условия:

а) характер проявления деформаций наземных конструкций;

б) тип здания (сооружения) по характеру производственного процесса и вероятности обводнения грунтов основания, в том числе:

- наличие (отсутствие) внешних постоянно действующих или возможных (аварийных) источников замачивания грунтов основания (водохранилищ, градирен, бассейнов, прудов-накопителей, отстойников, резервуаров и т.п.), расположенных вблизи объекта усиления;
- поднятие уровня подземных вод (постоянного или сезонного);
- ежегодное затопление территории застройки паводковыми водами;
- нарушения условий естественного стока атмосферных и талых вод вследствие отсутствия необходимой вертикальной планировки застроенной территории [4].

Рассмотрим несколько типов усиления фундаментов. Первые из них это усиление грунтов основания методом инъецирования (нагнетания) раствора в грунт:

а) силикатизация – это метод, при котором под подошву фундаментов погружают инъекторы из стальных перфорированных труб диаметром 19–38 мм, через которые производится нагнетание раствора жидкого стекла под давлением 0,3–0,6 МПа. Для ленточных фундаментов инъекторы помещают с обеих сторон с поверхности земли, из подвалов или специальных траншей;

б) цементация – это нагнетание цементного раствора под большим давлением (до 10 МПа). Применяют для закрепления грунтов, обладающих большой водопроницаемостью (трещиноватой скальной породы, гальки, гравия, гравелистого и крупного песка) [5];

в) смолизация, которая заключается в нагнетании в поры грунта через систему инъекторов растворов синтетических смол, способных твердеть в грунте:

- карбамидная смола с отвердителями (например, соляная кислота);
- фенольные, фурановые синтетические смолы и в том числе получаемые из отходов производства.

Для закрепления мелких и пылеватых песков с Kf = 0,5–5 м/сут.;

г) глинизация используется для уменьшения водопроницаемости грунтов, как правило, песков. Нагнетание глинистой суспензии в сравнительно тонкие поры песков приводит к выпадению в них глинистых частиц, что ведет к заилению песков. Глинизацию применяют только при небольших скоростях движения подземных вод во избежание уноса раствора из тампонированной зоны;

д) битумизацию применяют при больших скоростях фильтрации и трещиноватых скальных и полускальных породах, т.е. в условиях, когда исключается использование цементации и глинизации. Битумизация применяется для уменьшения водопроницаемости грунтов (в случае ее

применения фильтрация воды прекращается или сильно снижается). Способ горячей битумизации состоит в том, что расплавленный битум нагнетается через пробуренные скважины и, остывая в породе, придает ей водонепроницаемость. Недостатком способа является выдавливание битума из трещин при длительном действии напорных подземных вод, поэтому метод, как в гидротехническом, так и в гражданском строительстве, применяется редко;

е) термический метод применяют чаще всего для закрепления лессовых просадочных грунтов. Для обжига грунта в пробуренных скважинах сжигают топливо (газообразное, жидкое или твердое), в качестве которого используют обычно природный и другие горючие газы, соляровое масло, мазут и т.д. С целью поддержания процесса горения в скважины подают воздух под давлением.

Все, что я перечислил, касается усиления основания фундаментов, но что делать с самими фундаментами?

Существуют множество способов усиления фундаментов. И первое из них это устройство рубашек и наращиваний. Усиление жестких фундаментов может осуществляться путем увеличения их подошвы. При проектировании усиления необходимо максимально использовать существующий фундамент, обеспечив его совместную работу с элементами усиления. Несущую способность фундаментов реконструируемого объекта определяют с учетом фактических и прочностных и деформационных характеристик материала фундамента и грунтов основания, а при свайных фундаментах используют результаты полевых испытаний (зондирование, статические испытания и др.).

Железобетонная «рубашка» представляет собой монолитную оболочку, которая охватывает существующий фундамент со всех сторон. Арматура оболочки образует пространственный каркас, и для обеспечения совместной работы старого фундамента с конструкцией усиления обязательно стыкуется на сварке с предварительно обнаженной арматурой усиливаемого фундамента. Рабочую арматуру «рубашки» устанавливают вдоль граней усиливаемого фундамента.

Второй способ — это увеличение несущей способности фундаментов с изменением расчетной схемы. При усилении столбчатых фундаментов возможны случаи переустройства этих фундаментов в ленточные, а ленточные – в плитные. Такие случаи возникают при значительных неравномерных деформациях основания, изменении величины нагрузок, установке нового технологического оборудования, изменении конструктивной схемы здания и в ряде других случаев. Для переустройства столбчатых фундаментов в ленточный между существующими фундаментами устраивают железобетонную стенку в виде перемычки. Для лучшего сопряжения перемычки на существующих фундаментах делают насечку и штрабы, а также оголяют арматуру перемычки для приварки к арматуре существующего фундамента.

В сложных случаях усиления фундаментов мелкого заложения, когда нагрузку от здания требуется передать на глубоко залегающие прочные грунты, особенно при наличии высокого уровня подземных вод, используют

вдавливаемые сваи. Усиление фундаментов сваями производится в основном двумя способами: пересадкой фундамента на выносные сваи или подведением свай под подошву фундамента. Для усиления ленточных фундаментов выносные сваи могут устраиваться как с каждой стороны ленточного фундамента, так и с одной его стороны (консольно-рычажные системы). При усилении фундамента выносными сваями добиваются надежного сопряжения старого фундамента со сваями путем устройства в стене рандбалок в продольных штрабах. Балки связывают монолитным железобетонным ростверком, который соединяет головы свай. Сваи выводят до верха нижней ступени фундамента, а затем бетонируют раздельные ростверки. Домкраты устанавливают непосредственно над сваями, чтобы исключить работу ростверка на изгиб.

В последнее время для укрепления фундаментов применяются буроинъекционные сваи, называемые корневидными. Для устройства этих свай с поверхности земли и с уровня пола 1-го этажа или подвала бурят вертикально и наклонно через существующий фундамент скважины до опирания на прочный грунт. Диаметр скважины обычно 0,1–0,25 м. Корневидные сваи бурят с помощью станков с малыми габаритами и массой, не нарушающими фундамент и грунт основания. Целесообразно применять корневидные сваи при реконструкции здания с увеличением нагрузок на фундамент, для усиления старых фундаментов, а также при опасности нарушения естественного основания глубокими выемками или подземными выработками около здания [6].

Выбор способа усиления свайного фундамента зависит от того, какие элементы свайного фундамента подлежат усилению, а именно: ростверк, стволы свай, фундамент или грунт около свай. Способ усиления ростверков выбирают в зависимости от характера повреждения и вызвавших его причин. При коррозии наружного слоя бетона ростверков, а также для исправления и предохранения от дальнейшего разрушения выветрившейся и трещиноватой их поверхности следует применять торкретирование путем нанесения на поверхность конструкции под давлением цементного раствора. Перед торкретированием поверхность ростверка должна быть тщательно очищена стальными щетками или пескоструйным аппаратом, продута сжатым воздухом и промыта водой под давлением.

При недостаточной прочности бетона и значительном разрушении ростверков их усиливают обоймами. Обойму обычно выполняют на всю высоту ростверка по его периметру. Обоймы выполняют по такой же технологии, что и у фундаментов мелкого заложения.

Усиление свайного фундамента осуществляется при значительном разрушении фундамента, при большом увеличении нагрузки на фундамент, а также в связи с недостаточной несущей способностью грунта, на который опирается свайный фундамент. При исчерпании несущей способности основания под сваями применяют методы закрепления и повышения прочности

грунтов. Грунт вокруг стволов и под остриями свай может быть упрочнен цементацией, силикатизацией, смолизацией или обжигом.

Наиболее часто применяется усиление свайных фундаментов погружением дополнительных свай вне контура фундамента. Нагрузка на выносные сваи может передаваться с помощью упорных горизонтальных блоков, пропускаемых сквозь ростверк или стену. Поперечные и продольные балки, передающие нагрузку на выносные сваи, объединяют с ростверком. Во избежание значительных осадок после передачи нагрузок от здания на выносные сваи, последние предварительно обжимают гидравлическим домкратом. Домкраты устанавливают на головы свай или обвязку по сваям и упирают в поперечные балки. Работы ведут участками одновременно с обеих сторон фундамента.

Усиление свайных фундаментов выполняют и с помощью набивных свай, применение которых более эффективно в условиях реконструкции, так как при их устройстве не возникают динамические нагрузки. Работы по устройству набивных свай можно производить из подвальных помещений. Усиление свайных фундаментов может быть выполнено набивными сваями в стальной оболочке. Оболочка свай состоит из звеньев стальной трубы длиной 2–3 м. Оболочка погружается в грунт вдавливанием домкратами и с помощью станка ударно-канатного бурения УКС-22. По мере погружения оболочки звенья наваривают. После погружения оболочки на проектную отметку ее полость заполняют бетонной смесью [7].

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что каждый из способов имеет свои достоинства и недостатки. На выбор того или иного способа усиления фундаментов влияет множество факторов, такие как:

1. Инженерного-геологические изыскание;
2. Экономическая целесообразность усиления;
3. Стесненность условий;
4. Тип здания;
5. Характер дефектов;
6. Заключение обследования;

Также стоит обратить внимание, что при усилениях фундаментов необходима высокая квалификация инженера проектировщика и высокая квалификация строителей для качественного производства работ.

Список литературы

1. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация.
2. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства
3. Расчет оснований и фундаментов по деформациям с учетом просадки грунтов [Электронный ресурс]: методические указания для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению 08.03.01 Строительство / сост. Д. А. Украинченко; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. строит. конструкций. - Оренбург: ОГУ. – 2021

4. Коробова, О.А. Усиление оснований и реконструкция фундаментов: учеб. пособие / О. А. Коробова; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2008. – 332 с.

5. Готман, А.Л. Исследование работы свай, изготовленных методом струйной цементации в глинистых грунтах / А. Л. Готман, М. Н. Хурматуллин // Основания, фундаменты и механика грунтов (ОФМГ):научно-технический журнал / Ассоциация "Фундамент" (научно-исследовательские, проектные и производственные организации в области строительства) М. – 2012, №4 – С. 16-19

6. Абрамян, С. Г. Технологии усиления оснований и фундаментов зданий на основе применения буроинъекционных свай / С. Г. Абрамян, В. С. Симаков, Д. Н. Протопопов // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 4(88). – С. 20-33.

7. Айгумов, М.М. Усиление фундаментов здания школы с использованием свайных технологий // Инновации, логистика, техническое знание – 2014, С.7-1

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ

Фазуллин Д.Ф.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»,

Одной из самых важных и актуальных проблем современного общества является рациональное использование энергетических ресурсов. В настоящее время ведущие научные центры, крупные компании и государственные корпорации работают над предотвращением вероятного энергетического кризиса, который может привести к глобальной катастрофе. Среди эффективных методов экономии ресурсов является разработка и внедрение современных технологий по энергосбережению, а также повышению энергоэффективности в сетях теплоснабжения [2].

Энергосберегающие технологии включают в себя различные производственные и бытовые процессы, целью которых является снижение потребления энергии и ресурсов на производство единицы продукции или производство энергоносителя. Существует два основных способа реализации процесса энергосбережения: замена оборудования на более современное, а также применение более энергоэффективных технологий [4].

Часто "энергосбережение" и "энергоэффективность" считаются схожими терминами. Однако важно отметить, что энергоэффективность означает соотношение между эффективностью использования энергии и затратами на ее получение, в то время как энергосбережение включает в себя энергоэффективность, отражающий экономию энергии при производстве ресурсов [6].

Разработка и внедрение передовых технологий энергосбережения и повышения энергоэффективности как в промышленности, так и в быту, является одним из ключевых шагов в решении проблем в рациональном использовании систем теплоснабжения, которые становятся все более актуальными.

Современные энергосберегающие технологии играют ключевую роль в повышение эффективности использования энергии. Энергосберегающая технология - это либо новый, либо улучшенный технологический процесс, который характеризуется повышенным коэффициентом эффективного использования топливно-энергетических ресурсов [1,5,7].

Рассмотрим такие методы снижения тепловых потерь:

1) Замена утепляющего слоя трубопроводов на современную ППУ изоляцию с системой ОДК

Сегодня для теплоснабжения используются различные материалы, включая пенополиуретан (ППУ). Его популярность растет, но как и любой другой материал, он подвержен повреждениям. Система ОДК для труб ППУ

приходит на помощь, контролируя изоляционный слой трубопровода и предотвращая повреждения, что позволяет сэкономить время и затраты на ремонт. Трубы с ППУ изоляцией и ОДК обладают рядом преимуществ по сравнению с обычными трубами, включая улучшенную теплоизоляцию, высокую стойкость к коррозии, долговечность и легкий монтаж [4].

Трубы с ППУ изоляцией и СОДК обладают рядом преимуществ по сравнению с обычными трубами:

- Улучшенная теплоизоляция: благодаря изоляционным свойствам ППУ и воздушного зазора трубы с ППУ изоляцией и ОДК позволяют уменьшить теплопотери и повысить эффективность транспортировки жидкостей и газов.
- Высокая стойкость к коррозии: трубы с ОДК обеспечивают дополнительную защиту от коррозии и агрессивных сред.
- Долговечность: трубы с ППУ изоляцией и одна из основных характеристик ОДК заключается в их необычайной устойчивости к возможным механическим повреждениям, а также к вредному воздействию ультрафиолетового излучения.
- Легкий монтаж: трубы с ППУ изоляцией и ОДК легкие и удобные в монтаже, что позволяет быстро и без особых усилий установить систему трубопроводов.

2) Приведение температуры обратного трубопровода к графическому значению.

Изменение температуры наружного воздуха приводит к тому, что температура обратного трубопровода отличается от заданной температуры по графику, что существенно влияет на КПД. Если температура наружного воздуха выше расчетной температуры по графику, то теплоноситель возвращается "неостуженным", и котел продолжает работать на полную мощность, что приводит к перегреву [5].

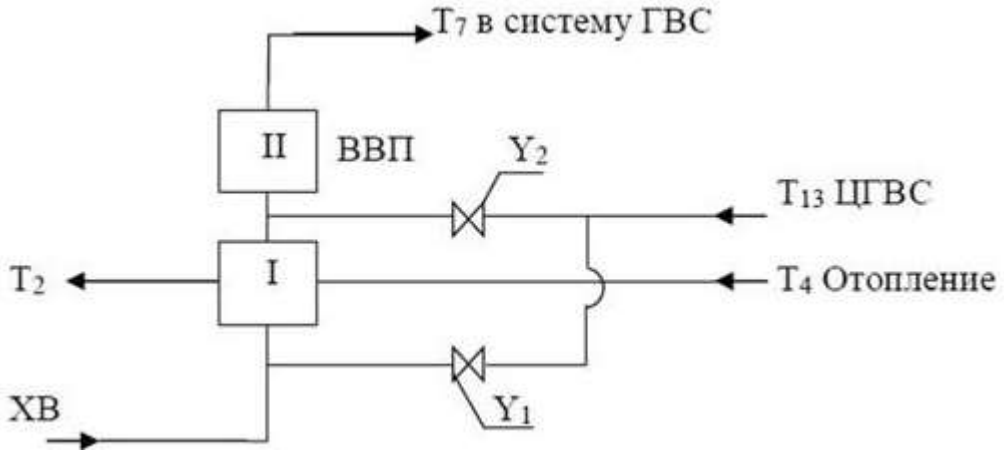


Рисунок 1. Схема регулирования и температуры обратной сетевой воды.
Источник: взято из [5]

3) Оптимизация диаметров для подбора оптимальной скорости.

В настоящее время системы отопления представляют собой сложное оборудование с адаптивным регулированием. При ошибках в проектировании возможны сбои работы, что потребует дополнительных затрат. Для правильного конструирования системы отопления необходимо сначала рассчитать гидравлику по исходным данным. Важно определить параметры, которые оптимизируют основные расходы, повысят эффективность и обеспечат стабильный рабочий режим [2].

Новый подход к контролю отопительного процесса отличается от старого механизмами обеспечения гидравлического режима. Благодаря новым решениям, материалам и конструкциям создаются сложные динамические технологии, позволяющие чутко реагировать на изменение температурного режима. С одной стороны, это приводит к сбережению энергии и оптимизации затрат, но с другой стороны, требует специальных знаний в применении высокотехнологичной регулирующей арматуры и других средств в процессе организации и установки такой системы отопления [3].

4) Переход от количественного регулирование на качественное.

Современное развитие отечественных систем теплоснабжения стремится к смене количественного регулирования на качественное. Тем не менее, кризисное состояние централизованных теплоснабжающих систем привело к практическому прекращению использования срезок температурных графиков на теплоисточниках. Более того, применение старых элеваторных узлов исключает применение двухступенчатых схем тепловых пунктов и исключает преимущества качественного способа центрального регулирования. Из чего возникает необходимость перехода со старых элеваторных насосов на современные узлы.

При одновременном использовании отопления и горячего водоснабжения общий расход воды из сети не включает в себя расход воды для нагрева горячей воды. Чтобы обеспечить необходимую теплоту для системы горячего водоснабжения, вода в подающем трубопроводе должна иметь более высокую температуру, чем при регулировании только отоплением. Поэтому при одновременном использовании применяется усиленный режим регулирования, основанный на графике регулирования отопления.

В закрытых системах теплоснабжения при различных максимальных тепловых потоках для горячего водоснабжения и отопления, водонагреватели горячего водоснабжения следует подключать по двухступенчатой схеме. Это означает, что при одновременном регулировании отопления и горячего водоснабжения общий расход сетевой воды не включает в себя расход воды на горячее водоснабжение. Для удовлетворения тепловой нагрузки системы горячего водоснабжения вода в подающей магистрали должна быть горячее, чем при регулировании только отоплением. Поэтому график регулирования при одновременной нагрузке называется повышенным и строится на основе графика регулирования отопления.

Использование графика, разработанного В.И. Шараповым и П.В. Ротовым, определяющаяся при небольшом расходе воды из сети, основная

функция данного механизма заключается в обеспечении оптимального температурного режима. Следует отметить, что данный график не включает в себя возможность центрального регулирования, исключительно состоит из отдельных диапазонов, касающихся контроля как качества, так и количества воды [3].

Таким как, невозможно достичь оптимального режима за счет суммирования расхода воды на системы теплоснабжения и горячего водоснабжения, необходимо усовершенствовать и применять современные технологии. [3].

5) Замена насосного оборудования на частотное регулирование.

Традиционный способ управления работой насосных установок заключается в регулировании давления в трубопроводах и количества работающих агрегатов. Насосы выбираются с запасом по мощности и постоянно работают на постоянной частоте вращения, не учитывая изменения расхода и давления воды. Другими словами, даже когда нет большой потребности, насосы продолжают работать на полную мощность, что приводит к излишнему расходу электроэнергии. Например, это происходит ночью, когда потребление воды снижается.

Оптимизация бизнес-процессов и снижение затрат играют важную роль в различных сферах, от крупных корпораций до маленьких предприятий. Таким образом, установка частотного преобразователя позволяет стабилизировать напор в трубе, предотвращает перегрев насоса, обеспечивает плавный пуск и оптимизирует расход электроэнергии. Это также снижает риск протечек, повышает ресурс насоса, предоставляет возможность дистанционного управления и аварийное отключение насоса, а также устраняет необходимость в гидроаккумуляторе

6) Применение современных методов санации.

Санация трубопровода - это процесс восстановления поврежденных участков трубы без проведения больших земляных работ и блокирования дороги на длительное время. Этот метод требует меньше времени и ресурсов, поэтому он популярен за рубежом и становится все более востребованным в России.

В нашей стране этот процесс часто необходим из-за износа инженерных сетей и магистралей, которые были построены еще в советское время с ограниченным сроком службы. Ремонт трубопроводов традиционным способом с использованием земляных работ занимает много времени и денег, поэтому санация становится лучшим выходом из ситуации.

Для восстановления санационным методом используют вставные полимерные трубы. В основном для этого выбирают полиэтилен низкого давления, так как он является наиболее подходящим и долговечным материалом. Также для технологических трубопроводов используют полипропилен, поливинилхлорид, хлорированный поливинилхлорид и поливинилиденфторид.

Полученные в статье данные будут использованы при работе над ВКР на тему «Разработка комплекса энергосберегающих мероприятий при передаче тепловой энергии по водяным тепловым сетям от источника теплоснабжения».

Список литературы

1. Сокров Р.Ш. 1 Мельников В.М Энергосбережение на тепловых сетях // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 9 (часть 1) – С. 146-148. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://expeducation.ru (дата обращения: 28.11.23).

2. Воздвиженский В.Б., Ярков В.Н. Использование циркуляционного потока ГВС для регулирования и контроля температуры обратной сетевой воды на ИТП для офисных сооружений. // Журнал «Новости теплоснабжения» №11 (183) 2015 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.rosteplo.ru (дата обращения: 29.11.23).

3. Кузяков О.Н., Мальцева Т.В., Некрасов Р.Ю., Степанов О.А., Савченков А.Л., Сивков Ю.В., Хмара Г.А., Лосев Ф.А., Сидоров А.В. Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе // Технические науки – 2020. – №1. – С. 39-51 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.tyuiu.ru/ (дата обращения: 30.11.23).

4. Еремеев В.Е. Применение ППУ заводского нанесения для тепловой изоляции: возможности и сдерживающие факторы // Журнал «Новости теплоснабжения» №8 (216) 2018 г. – Режим доступа: www.ntsn.ru/4_2011.html (дата обращения: 01.12.23).

5. Киселев Н.Н., Житко О.Л. Факторы, влияющие на температуру обратной сетевой воды // Журнал «Новости теплоснабжения» №10 (206) 2017 г. – Режим доступа: www.rosteplo.ru/nt/206 (дата обращения: 01.12.23).

6. Самарин О.Д Технико-экономическая оптимизация диаметров теплопроводов систем водяного отопления // Журнал «Новости теплоснабжения» №10 (206) 2017 г. – Режим доступа: www.rosteplo.ru (дата обращения: 01.12.23).

ВЫБОР ВОДОСТОЧНЫХ СИСТЕМ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

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

Водосточные системы - это совокупность различных элементов, которые устанавливаются согласно определенной последовательности на кровле и фасаде здания. Водосточная система предназначена для защиты кровли, фасада и фундамента здания от негативного воздействия атмосферных осадков. При помощи водосточной системы осуществляется наружный водоотвод атмосферных осадков с кровли здания путём сбора воды в несколько воронок и вывода её к месту стока.

Практическая значимость работы заключается в обеспечении правильной водосточной системы, для предотвращения разрушения фасада и фундамента здания, улучшения эффективности при выполнении рекомендации проведенного исследования по применению современной водосточной системы.

Основной функцией водосточной системы для отвода вод со скатной крыши четырехэтажного многоквартирного дома является наружный водоотвод атмосферных осадков с кровли здания путём сбора воды в несколько воронок и вывода её к месту стока.

На строительном рынке существуют разные водосточные системы, рекомендуемые производителями для применения при строительстве и реконструкции крыш. Каждый вид водосточной системы имеет свои преимущества, особенности и недостатки. Согласно опросу подрядных организаций г. Оренбурга и Оренбургской области, наиболее широко используются системы с неорганизованным водостоком, наружным организованным водостоком и организованным внутренним водостоком (рис 1)

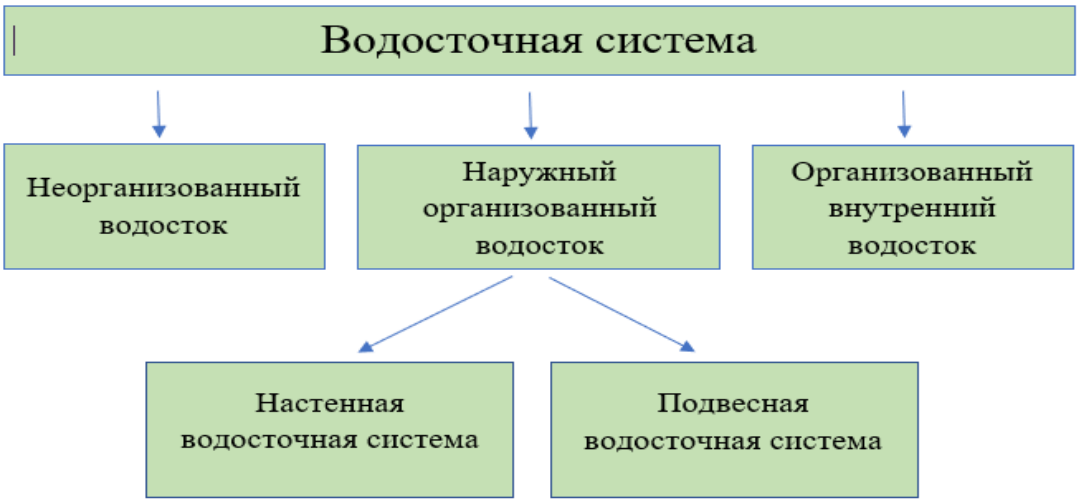


Рисунок 1 – Классификация водосточной системы

Неорганизованный наружный водосток представляет собой систему водоотвода, при которой дождевая вода сливается за счет уклона кровли на землю. Не устанавливается при этом сливные трубы, желоба или водосборные воронки. Если кровля из профилированного материала – профнастил, металлочерепица, то дождевая вода отводится по всему периметру крыши одинаковыми струями. Если кровля мягкая скатанная, металлическая фальцованная, то вода собирается в потоки. Неорганизованный водоотвод применяется для защиты зданий до 5 этажей в районах с количеством осадков не более 300 мм в год. Узел отвода воды по карнизному свесу представлен на рисунке 2

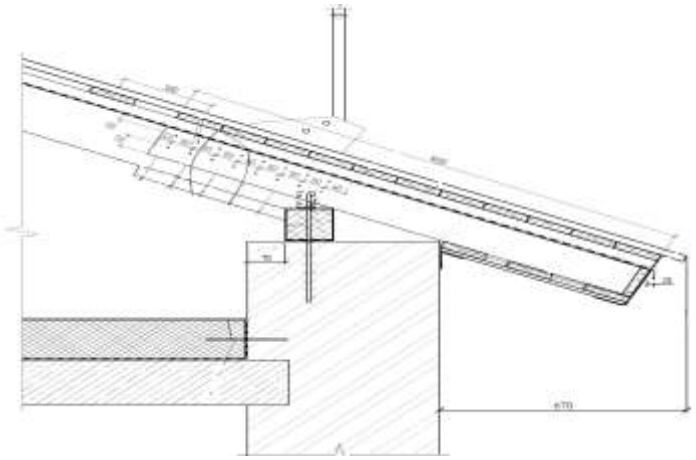


Рисунок 2 – Неорганизованный внешний водоотвод

К достоинствам и недостаткам неорганизованной водосточной системы можно отнести следующие показатели:

1 - Отсутствие дополнительных затрат при монтаже;

2 - Разрушается цоколь;

3 - Изнашивается преждевременно фундамент;

4 - Повреждается фасад здания.

Организованный внутренний водосток имеет следующую конструкцию: у кровли есть уклон (его расчет проводится по площади крыши), благодаря которому вода стекает к водоприемной воронке. Из этой воронки, дождевые потоки попадают в водосточные розетки или трубы, из которых уже выводится за пределы здания. Узел отвода воды по внутреннему водостоку представлен на рисунке 3

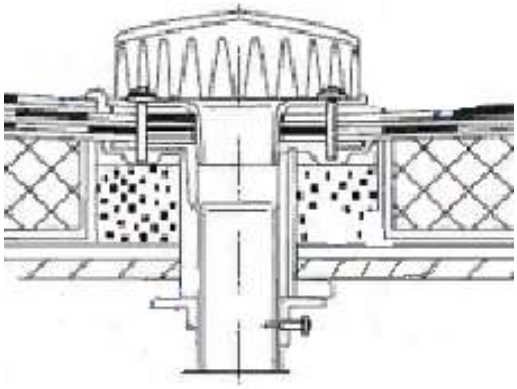


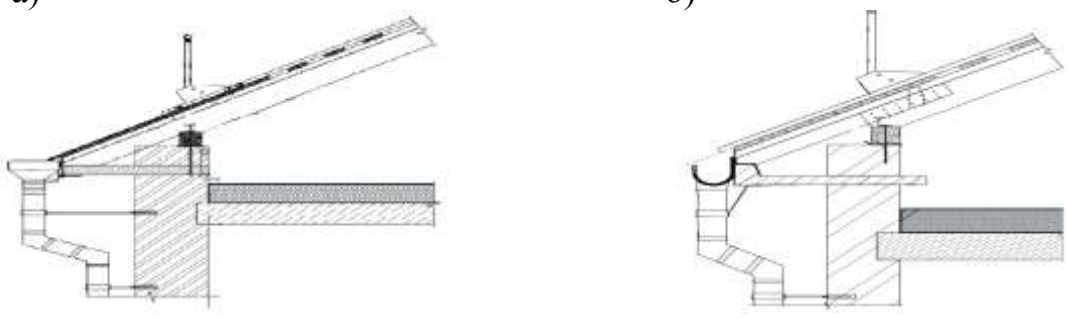
Рисунок 3 – Организованный внутренний водосток

К достоинствам и недостаткам организованной водосточной системы можно отнести следующие показатели:

1 - Скрытые элементы системы;
2 - При отрицательных температурах вода в трубах не замерзает;
3 - Высокая эффективность водоотлива;
4 - Сложность монтажа;
5 - Затрудненное очищение водосточной системы;
6 - Подверженность коррозии.

Наружный организованный водосток устанавливается снаружи здания. Применяются такие наружные системы водостока для отвода влаги со скатных кровель (уклон больше 15%). Состоит водоотвод из наружных водосточных труб и желобов, имеющих продольный уклон не меньше 2%. Работает система по следующему принципу: со скатов крыши дождевая вода попадает в водосточные желоба, после стекает в водозаборные воронки, располагающиеся у карнизных свесов, которые находятся друг от друга в пределах 12-20 м, затем поступает по водосточным трубам, закрепленным на наружных стенах дома, в ливневую канализацию, дренажный колодец (одним из вариантов может послужить большая бочка). Состоит наружная система водоотвода из труб, желоба и водоприемной воронки. Узлы водосточной наружной системы представлен на рисунке 4

а) б)



а) – настенная водосточная система; б) – подвесная водосточная система
Рисунок 4 – Пример организованного наружного водостока

Проектирование наружного организованного отвода воды с кровель посредством желобов и водосточных труб допускается только при обосновании, при этом детали наружных водостоков и размеры водосточных труб должны соответствовать требованиям:

1 - Расстояние между трубами не более 2 метров;

2 - Высота борта желоба более 10 см;

3 - Наклон продольного желоба более 2 градусов;

4 - Площадь поперечного сечения водосточных труб из расчета 1.5 $см^2$ на 1$м^2$ площади кровли.

Элементы водосточной системы производят из металла или пластика. Сырьём для пластиковых водосточных систем служит прочный винил с добавлением различных стабилизаторов. Присадки обеспечивают определённую устойчивость продукции к ультрафиолету и нагреву. Водостоки из ПВХ отличаются невысокой ценой, ограниченной цветовой палитрой и гарантийным сроком службы в среднем 10-20 лет. Их легко монтировать, как правило, без применения каких-либо специальных инструментов или сварки. Основой металлической водосточной системы является горячеоцинкованная сталь холодного проката. Для повышения долговечности и придания водостоку необходимого цвета используются различные полимерные покрытия. От толщины металла и типа полимерного слоя зависят срок службы, внешний вид и стоимость всей конструкции. На рисунке 5 представлена схема комплектующих наружного водостока.

Рисунок 5 – Комплектующие наружного водостока

Среди металлических водостоков применяют:

- стальные;
- алюминиевые;
- медные.

Сравнение достоинств и недостатков водосточной системы из металла и пластика представлены в таблице 1

Таблица 1 – Сравнение достоинств и недостатков водосточной системы из металла и пластика

	Водосточная система из пластика		Водосточная система из металла	
	Достоинства	Недостатки	Достоинства	Недостатки
Взаимодействие с внешней средой	Устойчивость к агрессивно внешней среде	-	-	Возможность коррозии
Устойчивость к внешним нагрузкам	-	Низкая	Высокая	-
Шумоизоляция	Высокая шумоизоляция	-	-	Низкая шумоизоляция
Температурное расширение	-	Неустойчивое	Устойчивое	-
Сохранение цвета при воздействии солнечных лучей	-	Потеря цвета	Сохранение цвета	-
Очищение системы	Незатрудненное очищение системы	-	Незатрудненное очищение системы	-
Цветовая палитра представленная на рынке	-	Ограниченная	Широкая	-
Класс горючести	-	Г1	НГ	
Сложность монтажа	Низкая	-	-	Средняя

Вид крыши определяет конфигурацию и специфику установки водосточной системы. Для дома с двухскатной крышей достаточно установить два прямых желоба и вертикальные водоотводные трубы. Если скат крыши нестандартной конфигурации, то для создания эффективной системы и сохранения эстетичного вида дома разрабатывается более сложный комплекс. Водоотвод с вальмовой крыши осуществляется в разных направлениях, поэтому вертикальные сливные трубы устанавливаются в углах здания. Расчет замкнутой системы выполняют с учетом общей площади кровли.

В двухскатных, многоскатных и разноскатных конструкциях устанавливают несколько обособленных линий желобов. Водоотводные вертикальные каналы размещают по центру стены или на углах здания. На рисунке 6 представлена схема открытой и замкнутой водосточной системы.

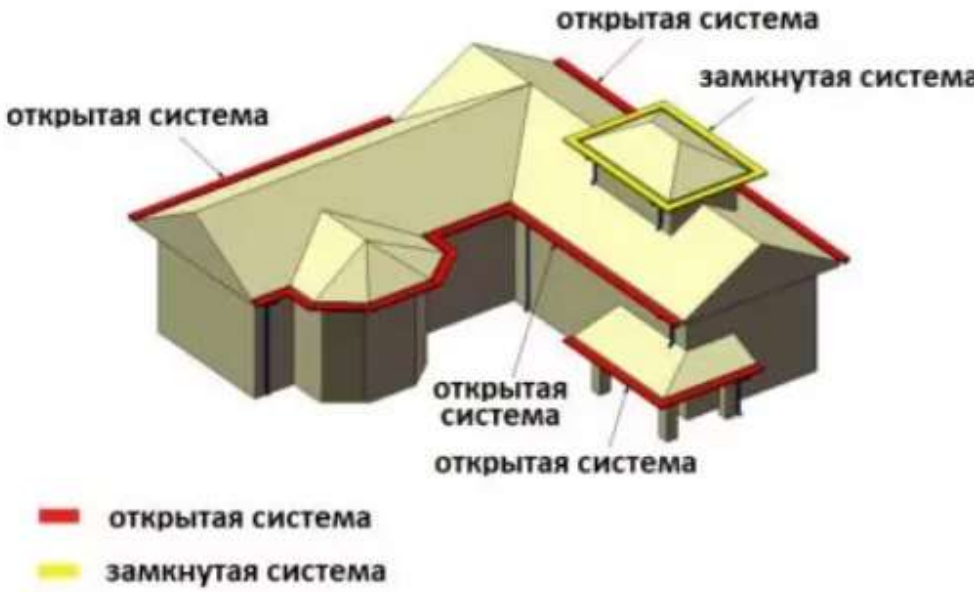


Рисунок 6 – Схема открытой и замкнутой системы водоотведения

К достоинствам и недостаткам организованного наружного водоотвода можно отнести следующие показатели:

1 - Простота монтажа;
2- Легкость в эксплуатации;
3 - Дешевизна ремонта;
4 - Затрудненное очищение водосточной системы;
5 - Возможность промерзания;
6 - Подверженность коррозии.

Таким образом правильный выбор и установка водосточной системы имеют важное значение для ее эффективной работы и защиты здания от вредных воздействий сточных вод. Выбор материалов для водосточной системы зависит от требований прочности, размеров элементов и пропускной способности. При реконструкции многоквартирного жилого дома со скатной крышей целесообразно применять наружный организованный водоотвод с настенным желобом из металла с полимерным покрытием.

Список литературы

1. Акименко, Н. Ю. Водоснабжение и водоотведение / Г. Г. Медведева. - Хабаровск : ТОГУ, 2018. – 112 с.

2. Певной, П. И. Современное здание. Инженерные системы. – Москва : Стройиздат, 2006. – 82 с.

3. Отставнов, А. А. Водоснабжение и водооведение общественных зданий. - Москва : АВОК-ПРЕСС, 2011. – 400 с.

4. Кедров, В. С. Водоснабжение и водоотведение: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., прераб. - Москва: Стройиздат, 2002. – 336 с.

5. Бухаркин, Е. Н. Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений : Москва Высшая школа, 2001, - 415 с.

6. Петров К. С. Применение современных строительных материалов и технологий при устройстве кровель / К.С. Петров, К.Г. Криценко. – Ростов-на-Дону : Инженерный вестник Дона, 2019. – №7. –23-31 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОРОЗОСТОЙКОСТИ БЕТОНА ПРИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТАХ

Шарипова И.А.
Кумертауский филиал ОГУ

Морозостойкостью бетона называется способность бетона сохранять прочность при попеременном замораживание и оттаивании. Это величина обозначается буквой F с числом. Число, в данном случае, это количество циклов от -20˚С до +20 ˚С и обратно которое должен выдерживать образец без снижения основных характеристик по сравнению с контрольным образцом и эквивалентного возраста.

Не стоит рассчитывать, что если равно бетон имеет класс F 50, то бетон выдержит 50 зим без потери прочности, ведь за один сезон может пройти несколько скачков температуры с плюса к минусу и обратно, стойкость никак не влияет на способность бетона схватываться на морозе. За это отвечают противоморозные добавки, которые временно не дают воде замерзать при температуре ниже 0 °С.

Морозостойкость бетона зависит от нескольких параметров:

– структура - количество микропор чем меньше пор тем меньше мест скопления воды;

– качество цемента;

– количество воды в растворе.

Для определения фактической морозостойкости состав бетона, подобрали в лабораторных условиях и испытали по действующему ГОСТ 10060 – 2012[1]. Для того, чтобы установить уровень морозостойкости бетона специально изготовленные образцы подвергаются искусственному замораживанию в морозильной камере и оттаиванию, затем снова замораживаются и так далее.

В процессе фиксируем вес, прочность на сжатие и растяжение вычисляется процент потеря массы бетона. Из реагентов процедуры испытания на морозостойкость используем дистиллированную воду и 35 % раствор хлористого натрия, определяется сопротивляемость материала воздействия размораживающих солей. [1]

Подготовка к испытанию

1.Бетонной смесью заполняют пять форм для кубов размером 15х15х15 см. Для контроля температурного режима в один из образец поместили термоэлемент.

2. Образцы сушим в сушильном шкафу с температурой 200 ˚С ± 2 ˚С , при этом контролируем процесс для защиты от пересыхания.

3. Через сутки пробники вынимаем из форм и на неделю помещаем в водяную баню.

4. После чего каждый образец помещаем на 27 суток в специальную климатическую камеру.

5. После извлечения образцы взвешиваем на чувствительных весах. Важно учесть каждый потерянный грамм.

6. Затем погружаем образцы на сутки в солевой раствор, на 2 - 3 см выше верхнего ребра. Температуру жидкости сохраняем в пределах 18- 20 °С.

7. Определяем коэффициент водопоглощения, взвесив образцы, насыщенные солевым раствором.

Проведение испытания.

Образцы бетона, погруженные в жидкую среду помещаем в морозильную камеру и запускаем процесс поочередного замораживания и оттаивания, согласно установленного графика. Температура в камере не должна опускаться ниже -25 °С, фаза замораживания образцов длится 16 часов, а потом наступает период оттаивания продолжительностью в 8 часов. Во время этого процесса необходимо удерживать уровень раствора в ёмкости который должен покрывать верхнюю грань образца на 18 – 22 мм, а температура жидкости не должна превышать 22 °С. Когда до завершения этапа оттаивания остается 15 минут необходимо откачивать раствор. Далее ёмкость наполняем свежим раствором и запускаем следующий цикл замораживания и оттаивания. Процесс оттаивания требует соблюдение температурного режима. Для этого используем термоэлемент, который был установлен в один из образцов. Во время формирования куба из бетона.

Продолжительность испытания – 56 циклов. Один из них обязательно следует проконтролировать от момента заморозки до смены жидкости на свежий раствор. Образцы во время испытаний необходимо перемещать внутри морозильной камеры, изменяя их первоначальное местоположение, не реже раз в неделю при этом следует раз разворачивать их на 180°. После проведения испытания производится камеральная обработка результатов составлением протокола испытания.

Таблица 1 – Определение морозостойкости по потере массы

Маркировка образца	Начало испытания	Конец испытания	Масса образца до проведения испытания,г	Масса образца после проведения испытания, г	Потеря массы отдельного образца, %	Средняя потеря массы в серии, %
IO	22/11/23	20/12/23	3705	3559	3,93	3,66
IIO			3621	3500	3,33	
IIIO			3774	3650	3,28	
IVO			3568	3425	4,02	
VO			3579	3445	3,74	

Таблица 2 – Протокол испытания морозостойкости по потере прочности при сжатии

Маркировка образцов											
Начало испытания											
Конец испытания											
Размеры образцов, см	длина										
	ширина										
	высота										
Площадь нагружения, $см^2$											
Разрушающая нагрузка, кгс											
Предел прочности при сжатии до испытания, МПа											
Предел прочности при сжатии после 50 циклов,											
Потеря прочности в серии, %											
5ОБ	4ОБ	3ОБ	2ОБ	1ОБ	5О	4О	3О	2О	1О		
22.11.2023											
20.12.2023											
15,11	14,84	15,03	15,01	15,09	14,93	15,12	15,00	15,02	14,88		
15,04	14,91	15,12	14,92	15,02	15,03	15,02	15,06	14,97	14,99		
15,01	15,04	14,94	14,99	15,07	14,95	14,84	15,03	15,02	14,98		
223,3	224,3	227,3	223,9	226,6	224,4	222,1	225,9	224,8	223,0		
4375	5500	5000	3875	5875	4500	4500	4250	3375	4625		
19	25	22	17	26	-						
-					20	20	19	15	21		
12,8											

Таким образом, согласно проведенным испытаниям марка бетона по морозостойкости F50. [2]

Список литературы

1. ГОСТ 10060-2012 Бетоны. Методы определения морозостойкости (с Поправками)

2. Белов В.В., Петрапавловская В.Б., Шлапаков Ю.А. Лабораторные опредеения свойств строительных материалов: Учебное пособие. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. ISBN 978-5-93093-256-0 с.200

РАССМОТРЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГИПЕРБОЛОИДНОЙ ФОРМЫ С МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ

Шаферстов И.А., Шаферстов Т.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Строительство зданий и сооружений неотрывно связано с математикой. В основе проектирования конструкций лежат вычисления математических формул, для определения прочности и жесткости элементов здания. Однако можно также рассмотреть с математической точки зрения не только расчет конструкций, но и архитектурную составляющую. В данной статье рассмотрены существующие сооружения, форма которых представляет собой однополостный гиперболоид – башни Шухова и смотровая башня Forest tower.
Гиперболоид— это вид поверхности второго порядка в трёхмерном пространстве, задаваемый в декартовых координатах уравнением:

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}-\frac{z^2}{c^2}=1 \qquad (1)$$

где *a, b,* - действительные полуоси, *c* – мнимая полуось.

Однополостный гиперболоид вращения может быть получен вращением гиперболы вокруг её мнимой оси. Однополостный гиперболоид является дважды линейчатой поверхностью; если он является гиперболоидом вращения, то он может быть получен вращением прямой вокруг другой прямой, скрещивающейся с ней.

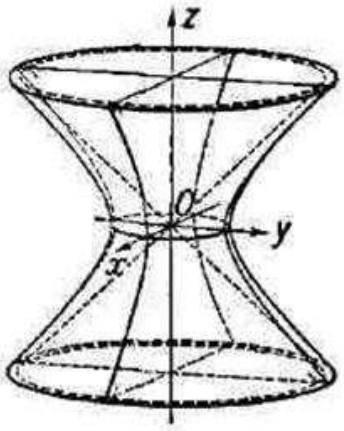


Рисунок 1 – Схематичное изображение гиперболоида в пространстве

Шуховская башня является изящным и стройным сооружением, которое символизирует красоту и уникальность столицы. Ее изящная форма делает ее

одним из самых узнаваемых и привлекательных объектов города, видимым из различных районов. С вершины башни открываются захватывающие панорамы Москвы, добавляя впечатления от этого удивительного сооружения.

Телевышка была построена в 1919-1922 годах по проекту академика Владимира Григорьевича Шухова. Он разработал проект телебашни на Шаболовке еще в 1919 году, и она известна под разными названиями: Шуховская телебашня, Шаболовская телевизионная башня, радиобашня Шухова. Изначально планировалось, что сооружение будет иметь высоту 350 метров и превзойдет всемирно известную Эйфелеву башню. По первоначальному плану оно должно было быть в три раза легче французской конструкции и весить 2,2 килотонны вместо 7,3 килотонн у парижской башни. Однако в процессе строительства высоту телебашни уменьшили до 160 метров [2].

Архитектура этого сооружения является смелой и инновационной. Оно представляет собой гиперболоидную конструкцию в форме стальной сетчатой оболочки, которая в Шаболовской башне выглядит гениально лаконично. Эта конструкция состоит из перекрещивающихся прямых стальных профилей, установленных на прочных основаниях в виде кругов, создавая четкий геометрический рисунок - сетку. На первый взгляд такая сетчатая конструкция кажется очень хрупкой, но она обладает важным преимуществом - минимальная нагрузка ветра. Для сооружения, выполненного полностью из металлических балок, Шуховская башня обладает рекордно низким весом.

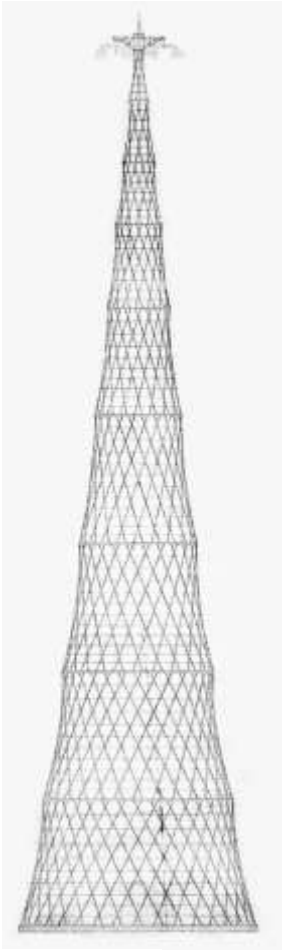


Рисунок 2 – Изображение башни Шухова

Цитата из рабочей тетради Шухова, датированная 28 февраля 1919 г., в которой описывается методика расчета радиуса опорных колец каждого гиперболоидного яруса:

«Внешний обвод контура башни. Основной размер. Конус с переменным r набегающим постоянное приращение; в нашем случае r, 2r, 3r, 4r… или вообще r, r + f, r + 2f, r + 3f и т.д. и переменное приращение с непрерывным увеличением уклона от вертикали α. Т.е. приращение уклона выражается формулой α * n * (n – 1)/2, где n — номер этажа башни, считая от верха. Таким образом, получается следующий ряд: 1) f, 2) 2f + α, 3) 3f + 3α, 4) 4f + 6α, 5) 5f + 10α, 6) 6f + 15α, 7) 7f + 21α, 8) 8f + 28α и т.д., причем задаются размеры r, f и α. В данном случае r = 2,75 м, f = 2,75 м = r, α = 0,25 м, и потому радиусы получаются 2.75, 5.75, 9, 12.5, 16.25, 20.25 (уклоны 3→3,25→3,5→3,75→4)» [1].

Исходя из этих данных, радиус опорного кольца яруса n выражается формулой:

$$R = 2{,}75 \cdot n + 0{,}25 \cdot n \cdot (n - 1)/2 \qquad (2)$$

А поскольку высота каждой секции составляет 25 м, то расстояние от вершины башни до опорного кольца секции n равно H = 25 * n. Тогда вышеприведенную

формулу можно выразить так:

$$R = H \cdot H/5000 + H \cdot 21/200 \quad (3)$$

Иную реализацию форма параболоида получила в смотровой башне Forest tower, располагающейся в эко-парке Camp Adventure в Дании. Северные страны славятся не только своим заботливым отношением к окружающей природе, разумной и качественной архитектурой, но и гуманными социальными сооружениями. Поэтому неудивительно, что архитекторы создали уникальный маршрут для прогулок по заповедному лесу с системой тропинок различной высоты, протяженностью 900 метров, и башней со спиральным подъемом без ступеней, которые делают прогулки по лесу интересными и удобными для всех.

Цилиндрическая форма была отправной точкой для строительства, максимально увеличивая основание и верхнюю часть, и минимизируя центр, структура представляет собой так называемую гиперболоидную форму. Длинные стальные трубы не согнуты, а повернуты на 120 °, придавая изогнутое выражение, как песочные часы. Это не только повышает устойчивость, но и положительно сказывается на экологичности, так как башня не мешает деревьям расти, ведь их верхушки приближаются к узкой средней части. Двигаясь вверх, обзорная башня расширяется, и пейзаж открывается по мере увеличения расстояния между пандусами. Все это завершается на вершине с панорамным видом на ландшафт. Основная конструкция выполнена из кортеновой стали, а 7750 дубовых досок на пандусе изготовлены из местных южнозеландских дубов из поместий Брегентвед и Гиссельфельд.

Высота башни составляет 45 метров, а длина рампы – 650 метров. При подъеме преодолевается 12 кругов пандуса. Вес конструкции примерно составляет 600 тонн [3].

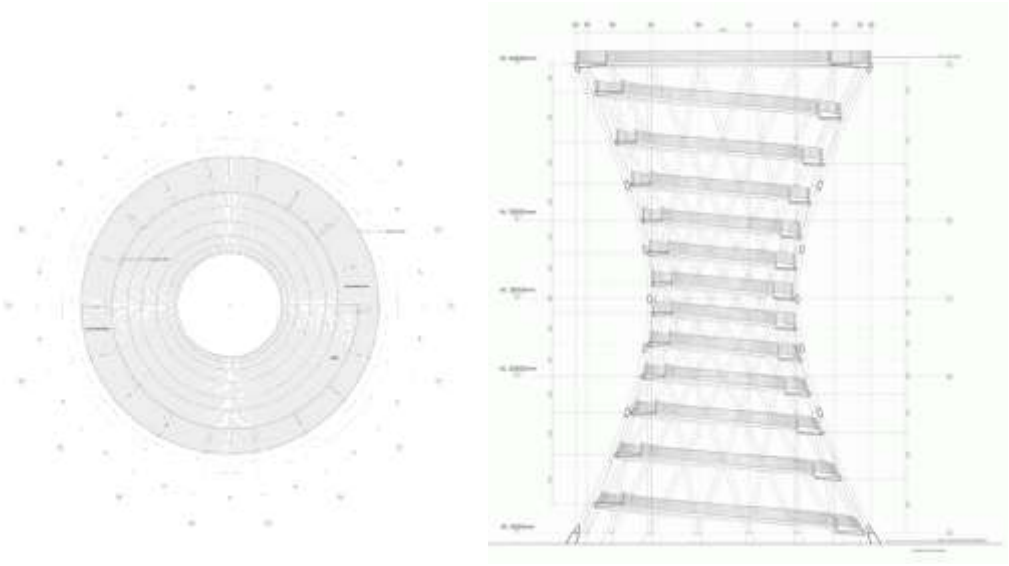


Рисунок 3 – Вид сверху и продольный разрез башни

Данная башня может быть разделена на две составляющие – внешний каркас, в форме гиперболоида и внутренний пандус, в виде винтовой линии.
Лестница представляет собой правую цилиндрическую винтовую линию, описываемую системой уравнений:

$$\begin{cases} x(t) = a \cdot \cos t \\ y(t) = a \cdot \sin t \\ z(t) = b \cdot t \end{cases} \quad (4)$$

где a, b – константы не равные 0

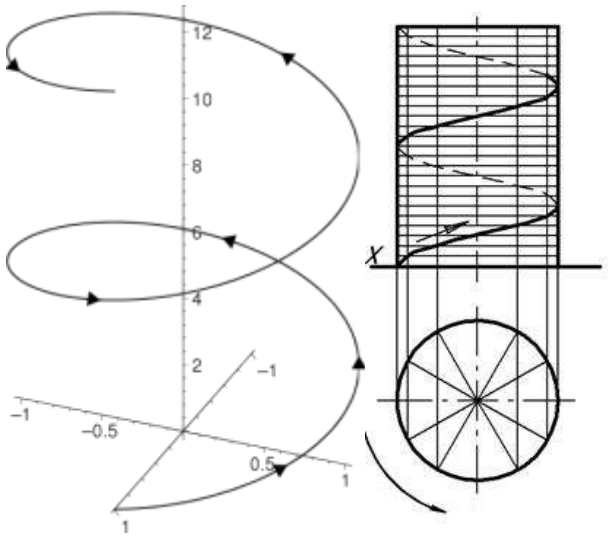


Рисунок 4 – Винтовая линия

В классической вариации винтовая линия в проекции представляет собой окружность. Помимо этого, есть коническая (спирально-винтовая линия), которая имеет проекцию в виде спирали Архимеда.

$$\begin{cases} x(t) = a \cdot t \cdot \cos t \\ y(t) = a \cdot t \cdot \sin t \\ z(t) = b \cdot t \end{cases} \quad (5)$$

где a, b – константы не равные 0

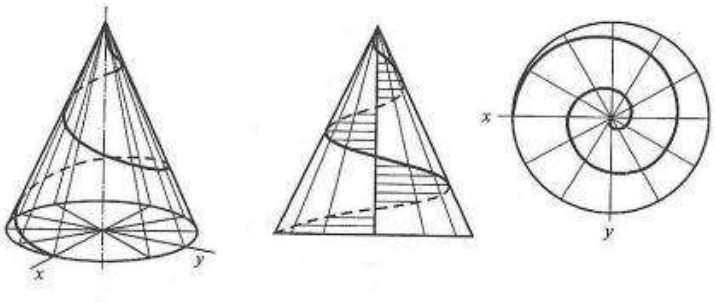


Рисунок 5 – Коническая винтовая линия

Преобразуем систему уравнений винтовой линии так, чтобы она приняла форму гиперболоида. Для этого изменим коэффициент, отвечающий за радиус:

$$\begin{cases} x(t) = (a \cdot (b-t)^2 + c) \cdot \cos t \\ y(t) = (a \cdot (b-t)^2 + c) \cdot \sin t \\ z(t) = d \cdot t \end{cases} \quad (6)$$

где a, b, c, d – константы не равные 0, влияющие на геометрические размеры лестницы.

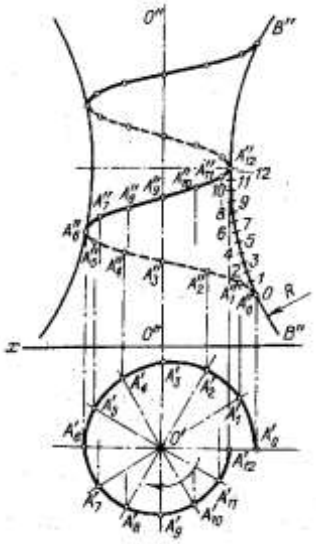


Рисунок 6 – Винтовая линия в форме гиперболоида

Таким образом, можно сделать вывод, что строительство неразрывно связано с математикой, так как здания, сооружения или их отдельные элементы можно описать в виде математической модели.

Список литературы

1. Леонов, А. В. Анализ различий между исторической документацией и фактической конструкцией Шаболовской радиобашни с использованием 3D-модели / А. В. Леонов // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2014. – № 6. – С. 15-22.

2. В.Г.Шухов (1853-1939): Искусство конструкции / Р. Грефе, О. Перчи, Ф. Шухов [и др.]. – Москва : Издательство "МИР", 1994. – 192 с. – ISBN 5-03-002917-6.

3. The book about the Forest Tower [Электронный ресурс] // Camp Adventure. URL : https://www.campadventure.dk/en/book-publication-on-the-forest-tower/ (дата обращения: 18.01.24).

ПЕНОСТЕКЛО – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Шевцова Т.И. ,канд. пед. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательноеучреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Пеностекло – это высокопористый неорганический материал, состоящий из воздушных замкнутых или сообщающихся между собой ячеек, размер которых от долей миллиметра до сантиметра. Цвет материала зависит от состава стекла и используемых примесей, обычно зеленовато-серый, но палитра цветов достаточно широка, от светло-кремового до черного [1].

Рисунок 1 – Пеностекло [3]

История создания пеностекла уводит нас в тридцатые годы прошлого столетия. Открытие этого теплоизоляционного материала принадлежит известному русскому ученому, профессору МХТИ имени Д. И. Менделеева, лауреату Ленинской и двух Сталинских премий третьей степени, заслуженному

деятелю науки и техники РСФСР, специалисту в области стекла И.И. Китайгородскому [2].

В то время на территории бывшего СССР работало четыре завода по производству пеностекла, которые просуществовали до самого развала страны. Позже этот материал по разным причинам был забыт.

С 2000 г. в России установлены новые нормативные значения теплового сопротивления стен и других ограждающих конструкций. Обеспечить заданные значения теплового сопротивления ограждающих конструкций можно только с помощью использования специальных высокоэффективных теплоизоляционных материалов.

Сегодня предметом большинства исследований в области теплоизоляционных материалов является получение материала со стабильными эксплуатационными свойствами, с низкой плотностью, что обеспечивает хорошие тепло- и звукоизоляционные свойства, водонепроницаемость и устойчивость к воздействию кислот. Поэтому специалисты вновь обратились к давно забытому материалу – пеностеклу. Были предприняты различные попытки в данной области для улучшения свойств пеностекла за счет выбора состава сырьевой смеси для его изготовления.

Практика показывает, что одним из определяющих факторов, влияющих на процесс получения качественного пеностекла, является сырьевая смесь для его получения, поскольку от состава смеси зависит его физико-химическая структура, определяющая его теплотехнические и механические свойства.

Сырьем для производства пеностекла служат кварцевый песок, известняк, доломит, сода и сульфат, а также используют бой стекла (оконного, бутылочного), гранулят специально сваренного стекла, легкоплавкие горные породы, содержащие щелочи и газообразователи – углеродистые (углерод, кокс, антрацит, сажу, карбиды кальция и кремния), обеспечивающие получение материала с замкнутой пористостью, либо карбонатные (известняк, мел, мраморную крошку). [3]

При производстве пеностекла в состав стекольной шихты для вспенивания стекломассы вводят в количестве 1– 5% различные газообразователи зависящие от технологических параметров получения пеностекла (температуры, степени и вида поризации), проектируемых свойств стекла (интервала вязкости стекла, поверхностного натяжения, требуемой окраски). Вспенивание происходит в процессе постепенного нагревания всей спекшейся массы стекла, а температура зависит от вида газообразователя (650-850 ^{0}C).

В результате получается материал со следующими характеристиками:

- Плотность пеностекла – 120–300 кг/м. куб.
- Пористость – 80–95 %
- Сорбционная влажность пеностекла – 0,2–0,5%,
-Теплопроводность пеностекла – 0,04–0,08 Вт/(м·К) (при +10°С).

- Паропроницаемость пеностекла – 0–0,005 мг/(м.ч.Па).
- Предел прочности на сжатие – 0,7–4 Мпа.
- Предел прочности на изгиб – 0,4–0,6 Мпа.
- Температура начала деформации пеностекла – 450°С.
- Водопоглощение пеностекла 0–5 % по объёму.
- Коэффициент водостойкости (размягчения) пеностекла равен 0,95, что соответствует характеристикам гранита.
- Шумопоглощение: до 56 Дб
- Эффективный диапазон температур: от −200°С до +500°С. [4]

Пеностекло представляет собой материал, состоящий из герметично замкнутых гексагональных и сферических ячеек. Такая структура материала исключает взаимодействие газовой среды ячеек с атмосферой и обуславливает неизменность во времени характеристик материала, то есть, делает изделие непроницаемым для жидкостей, в том числе и для воды, водяных паров и газов, поэтому во время эксплуатации не происходит изменения таких параметров как теплопроводность, прочность, стойкость, форма и т.д. Фактор сохранения свойств теплоизоляционного материала с течением времени делает его долговечным, что особенно важно при эксплуатации зданий и сооружений ввиду недоступности материала после завершения работ.

Поскольку пеностекло – это стеклянная пена, поэтому его химическая стойкость соответствует стойкости стекла, т.е. оно будет инертно во всех средах за исключением растворов сильных щелочей и плавиковой кислоты. Химическая стойкость материала наряду с его жесткостью, легкостью делает его незаменимым для использования в качестве теплоизоляции в агрессивных средах.

100 %-ный неорганический состав пеностекла делает его устойчивым к воздействию гнили, различных микроорганизмов, насекомых, грызунов, негорючим, предел температуры использования у обычных промышленных стекол составляет 400–500°С, бесщелочных – до 600°С, высококремнеземистых – до 1000°С, не выделяющим вредных веществ. [4] Это жесткий и безусадочный материал, что позволяет создавать изделия любой формы.

Пеностекло экологически безопасно как обычное стекло, само производство пеностекла имеет экологическую направленность, т.к. позволяет использовать любой стеклобой и отходы стекольного производства. Экологическая чистота позволяет его достаточно эффективно использовать в фармацевтической и пищевой промышленности (строительстве складов, хранилищ пищевых продуктов, изоляции холодильных камер и т.п.). Кроме того, это качественный утеплитель полов, бань, саун и бассейнов (в этом случае осуществляется и гидроизоляция). Благодаря своим уникальным свойствам пеностекло легко обрабатывается и легко слипается с клеями, штукатуркой и мастиками.

У пеностекла есть один недостаток, это самый дорогой теплоизоляционный материал, гораздо дороже экструдированного пенополистирола, пенополиуретана, стекловолокна, минеральной ваты и других распространенных материалов. Однако, при учете в расчетах расходов на эксплуатацию и ремонт, пеностекло оказывается самым экономичным теплоизоляционным материалом.

Этот ряд положительных свойств пеностекла, выделяет его из распространенных на сегодня теплоизоляционных материалов, и заставил материаловедов по-новому посмотреть на ячеистое стекло.

В последние десять лет отечественные проектировщики и материаловеды начали обоснованно продвигать пеностекло, как теплоизоляционный материал, на строительный рынок. Сегодня в России работает шесть заводов по производству пеностекла. Выпускают пеностекло в виде плит, блоков, гранул и крошки.

Список литературы

1 Пеностекло. Основные характеристики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cleandex.ru/articles/2015/10/01/penoglass_specialties

2 Возвращение к истокам. О возобновлении промышленного производства блочного теплоизоляционного пеностекла в России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://euroterm.ru/index.php/article/articles154

3 Пеностекло производство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://b2b-postavki.ru/proizvoditel/penosteklo-russia.html

4 ГОСТ 33676-2015. Материалы и изделия из пеностекла теплоизоляционные для зданий и сооружений. Классификация. Термины и определения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://internet-law.ru/gosts/gost/62623/

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЯ ПОЛА СПОРТИВНОГО ЗАЛА ШКОЛЫ

Шерстобитова Н.А., Сахацкий Д.Н.,
Кузнецова Е.В., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет

Школа – один из основных объектов инфраструктуры, обеспечивающих комфортную жизнь в жилых районах города.

В настоящее время индустрия строительных материалов шагнула далеко вперед, что позволило современным специалистами проектировать здания школы не только привлекательными, но и сохранить их безопасными и долговечными.

Требования к материалам и поверхности полов приведены в [1-3].

При выборе строительных материалов школ необходимо руководствоваться соблюдением некоторых правил: применять экологически чистые материалы, поскольку организм ребенка особо уязвим, отделочные материалы должны быть устойчивы к механическим воздействиям и просты в уходе за поверхностью.

Выдержки из нормативной литературы сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Требования к материалам и поверхности полов спортивных залов

СП 332.132.5800.2017 Спортивные сооружения. Правила проектирования	СП 31.112.2004 Физкультурно-спортивные залы	СанПиН 2.4.2.2821-10 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях
1	2	3
Допускаются полы на основе древесины и покрытия на основе синтетических материалов	Поверхность зала – горизонтальная, гладкая и нескользкая	Полы во всех помещениях должны быть без щелей, дефектов и механических повреждений
Полы на основе древесины: - следует проектировать из доски толщиной 32-37 мм или из бруса сечением 60х60 мм; - в залах для спортивных игр следует проектировать полы по двойным лагам с амортизирующими прокладками под ними.	Полы в спортивных залах могут быть деревянными или иметь синтетическое покрытие	

Продолжение таблицы 1.

1	2	3
Покрытия на основе синтетических материалов: - плиточные или листовые резиноподобные материалы заводского изготовления толщиной 10 мм; - рулонные; - наливные самоотверждающиеся на основе полиуретана и жидких каучуков холодного отверждения;	Полы зала рекомендуется дощатые с толщиной доски от 37 до 39 мм	
Синтетические покрытия выполняются в один или два слоя по бетонному или асфальтобетонному основанию	Деревянные полы рекомендуется предусматривать, как правило, во всех спортивных залах и проектировать их из доски толщиной 32-37 мм (в острожке) или из бруса сечением 60х60 мм	
	Синтетические покрытия выполняются в один или два слоя по бетонному или асфальтобетонному основанию	
	К синтетическим покрытиям, применяемым для полов спортивных залов, рекомендуются: - резиноподобные материалы заводского изготовления, выпускаемые в виде плит или листов толщиной не менее 13 мм; - выпускаемые в виде рулонов шириной 1,25 м и длиной до 50-45 м; - наливные самоотвердевающиеся на основе полиуретана и жидких каучуков холодного отвержения.	

Исходя из анализа нормативной литературы можно сделать вывод о том, что при устройстве полов покрытия спортивного зала используются два вида покрытия – покрытие на основе древесины и на основе синтетических материалов. В нормативных документах прописаны требования к габаритным размерам применяемых строительных материалов.

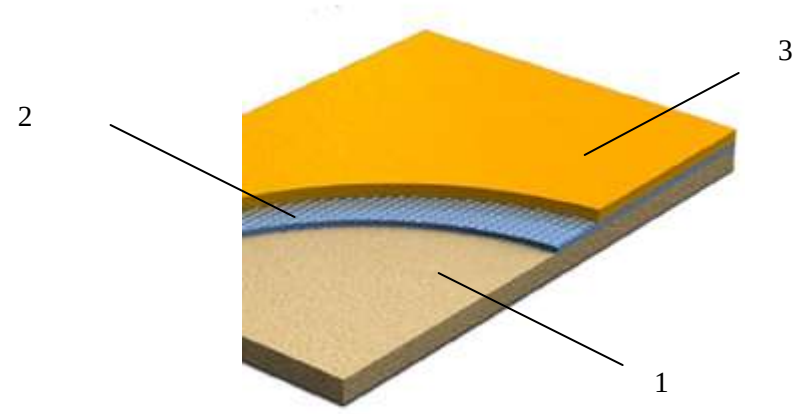
Для сравнения конструкций покрытия полов примем следующие критерии:

1) Срок эксплуатации.
2) Цена устройства 1 м^2 покрытия.
3) Трудоемкость работ по устройству покрытия(в разрезе влияния на повышение стоимости устройства покрытия).

Виды покрытия спортивных залов школ:

1) Спортивное покрытие из ПВХ (спортивный линолеум)

Такое покрытие обладает отличной амортизацией. Большую часть толщины материала занимает вспененный поливинилхлорид. Такое покрытие хорошо поглощает удары, достаточно упруго и имеет хорошее звукопоглощение. Спортивный линолеум — стационарное покрытие, которое подойдет для закрытых залов. Благодаря рифленой поверхности подошва спортивной обуви не скользит.



1 – вспененный материал; 2 – стекловолокно; 3 – ПВХ слой с защитой из полиуретана

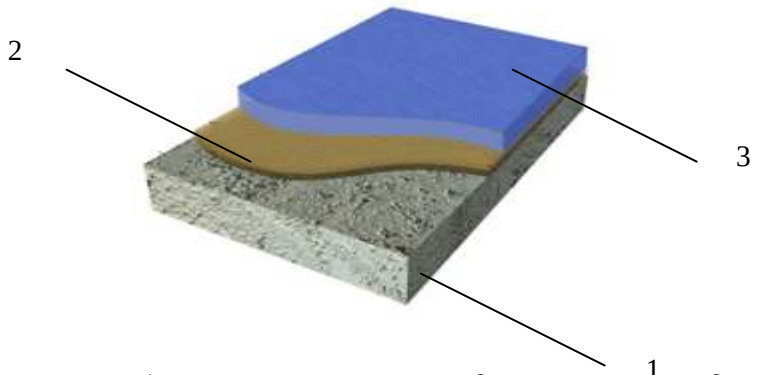
Рисунок 1 – Конструкция пола с покрытием из спортивного линолеума

Данное покрытие устраивают как по выравнивающей бетонной стяжке, так и по черновым деревянным полам. Срок службы такого покрытия составляет 12-15 лет. Полиуретановый защитный слой позволяет нанести разметку как специальными красками, так и с помощью самоклеющихся лент.

Ширина рулонов, заявленная производителями варьируется от 1,8 – 2 м. Стоимость 1 м^2 – от 1600 руб.

2) Наливной пол

Наливное покрытие из полиуретана — это монолитное покрытие. Оно отличается эластичностью и влагостойкостью, многослойное покрытие безопасное за счет высокой амортизации. Материал гибкий, устойчив к нагрузкам, благодаря чему отлично показывает свою износоустойчивость.

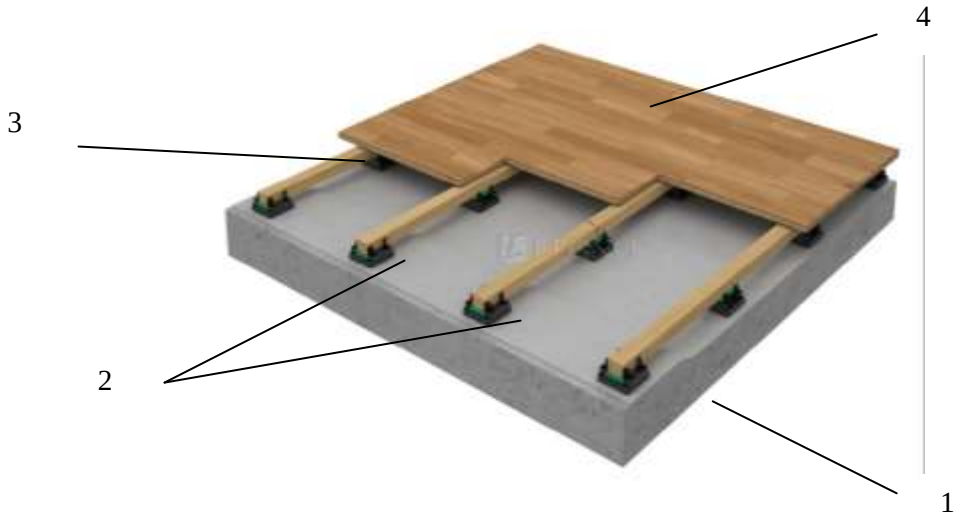


1 – выровненное бетонное основание; 2 – грунтовка; 3 – наливной пол

Рисунок 2 – Конструкция наливного пола

В

3) Спортивный паркет



1 – бетонное основание; 2 – амортизирующие подкладки;3 – лаги; 5 - паркет

Рисунок 3 – Конструкция спортивного паркета

Данная конструкция полов обеспечивает минимальный риск травм за счет устройства амортизирующих прокладок. Толщина досок спортивного паркета, заявленная производителями – 30-50 мм. Стоимость устройства такого покрытия может достигать 7000 руб/м^2.

Анализ применяемых конструкций полов сведем в таблицу 2.

Таблица 2 – Анализ применяемых конструкций покрытия пола спортивного зала

	Спортивный линолеум	Наливной пол	Спортивный паркет
Соответствие конструкции нормативным требованиям	Соответствует	Соответствует	Соответствует
Срок эксплуатации, год	12-15	15	15 лет, но есть виды паркетов из массивов канадского клена, у которых срок службы достигает 40 лет
Цена устройства 1 $м^2$ покрытия, руб	от 1600	от 3000	7000
Трудоемкость работ	Низкая	Высокая	Высокая

Все анализируемые конструкции соответствуют требованиям нормативных документов.

Из представленных вариантов конструкций пола спортивного зала наиболее предпочтительным является вариант с устройством полов из спортивного линолеума. Данное покрытие не требует больших трудозатрат, не требует выравнивания бетонного основания под ним, с легкостью позволяет нанести спортивную разметку. Покрытие из спортивного линолеума не скользкое за счет шероховатой поверхности, что также соответствует требованиям [4]. Данное покрытие имеет самую низкую стоимость устройства 1 $м^2$ покрытия.

Список литературы

1 СП 332.132.5800.2017 Спортивные сооружения. Правила проектирования

2 СП 31.112.2014. Физкультурно-спортивные залы. – Введ. 2004–04–30. – ФГОУ ВПО «СПбГаФК им. П.Ф. Лесгафта», 2005. – 139 с.

3 СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях»

4 СП 23.13330.2011 Полы

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТ КОРРОЗИИ

Шумбасов Д.Е.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Для предотвращения коррозии металлического оборудования в газодобывающей промышленности используются разнообразные методы, такие как нанесение защитных покрытий, применение специальных легированных материалов и регулярное техническое обслуживание. При газодобыче наиболее интенсивно корродирует металл, т.к. природный газ содержит такие агрессивные компоненты, как сероводород, углекислый газ, пары воды и органических кислот. Обеспечение надежной защиты металлических конструкций важно для предотвращения аварийных ситуаций и обеспечения безопасности процессов добычи, переработки и транспортировки газа [6].

В природном газе сера содержится в свободном виде и в виде сероводорода. В присутствии сероводорода и влаги происходит образование водорода, который может проникать в металл и вызывать его разрушение. Это особенно опасно для оборудования, находящегося под напряжением, так как водородная хрупкость может привести к механическому разрушению металла под воздействием напряжения. Для предотвращения сульфидной хрупкости и общей коррозии, металлическое оборудование может быть защищено специальными методами, такими как использование специальных легированных сталей, катодная защита, химические ингибиторы коррозии и защитные покрытия. Также важно проводить регулярный мониторинг состояния оборудования и проводить профилактические мероприятия для предотвращения коррозии и сульфидной хрупкости. [7].

Высокоминерализованные пластовые воды содержат различные агрессивные компоненты, которые могут вызывать серьезную коррозию металлического оборудования. Хлориды, сульфаты, сероводород и другие органические компоненты могут привести к различным типам коррозии, таким как общая коррозия, кавитация, сульфидная коррозия и другие. Для предотвращения коррозии в таких условиях часто используются специальные методы защиты, такие как применение легированных сталей, использование защитных покрытий, катодная защита, регулярный мониторинг состояния оборудования и проведение профилактических мероприятий. Также важно выбирать материалы для оборудования, устойчивые к воздействию высокоминерализованных сред. Надлежащее обслуживание и техническое обслуживание также играют важную роль в предотвращении коррозии и увеличении срока службы оборудования. [5].

Электрохимическая коррозия возникает при контакте металла с токопроводящей средой, такой как влажная почва или морская вода. В этом процессе происходит окисление металла и восстановление окислителя в электролите. Скорость коррозии зависит от различных факторов, включая электродный потенциал металла, концентрацию кислот и солей, а также температуру. Почвенная коррозия является одним из наиболее распространенных примеров электрохимической коррозии, так как подземные трубопроводы находятся в почве, которая может быть токопроводящей средой. Для защиты от электрохимической коррозии подземных трубопроводов используются различные методы, такие как катодная защита, использование специальных антикоррозионных покрытий на поверхности труб, выбор материалов с высокой устойчивостью к коррозии и регулярное техническое обслуживание. [1].

Катодная защита является основным видом электрической защиты на газопроводах (рисунок 1), протекторная (рисунок 2) и дренажная (рисунок 3). Катодная защита используется для защиты от почвенной коррозии, а также от действия "блуждающих токов". Блуждающие токи могут возникать из-за различий в потенциалах между различными участками земли или из-за воздействия внешних источников электрического тока. Для объектов с разветвленной системой подземных коммуникаций, может использоваться комбинированная защита. Это позволяет обеспечить эффективную защиту от коррозии, минимизируя при этом экранирующее влияние подземных коммуникаций. Катодные станции с несколькими точками дренирования и рассредоточенными анодами могут быть использованы для создания равномерного распределения защитного тока и минимизации воздействия других подземных коммуникаций. Такие методы помогают обеспечить надежную защиту от коррозии для разветвленных систем подземных коммуникаций, таких как газопроводы. [3].

Для Учитывая, что катодные выводы сооружаются через каждые 1000 метров газопровода, это позволяет обеспечить равномерное распределение точек измерения потенциала по всей длине газопровода. Такая система позволяет оперативно контролировать потенциал газопровода и принимать необходимые меры по обеспечению его защиты от коррозии. Приварка катодных выводов к газопроводу с помощью ручной электродуговой или термитной сварки обеспечивает надежное электрическое соединение между выводами и газопроводом, что позволяет точно измерять потенциал и контролировать работу средств электрозащиты без нарушения режима работы газопровода. Система катодных выводов и соответствующего оборудования играет ключевую роль в обеспечении надежной защиты газопроводов от коррозии, позволяя контролировать и поддерживать необходимый потенциал газопровода относительно почвы без нарушения его режима работы. [2].

Источник постоянного тока, соединенный с анодным заземлением, создает условия для направления тока через почву к трубопроводу. Это

позволяет поддерживать отрицательный потенциал на поверхности трубопровода, что предотвращает возникновение коррозии. При всём этом, поверхность бросового металла, зарываемого в землю, играет роль анода и обеспечивает электрическое соединение для формирования электрической цепи. Это создает условия, при которых вся поверхность трубопровода становится катодной, что предотвращает возникновение коррозии. При этом, контроль потенциала трубы относительно почвы позволяет оперативно реагировать на изменения и поддерживать необходимый уровень защиты от коррозии. Эффективность катодной защиты зависит от правильного выбора параметров источника постоянного тока, анодного заземления, а также от контроля и поддержания необходимого уровня потенциала трубопровода. Такие системы играют важную роль в обеспечении надежной защиты газопроводов от коррозии и продлении их срока службы. [3].

Применение различных материалов для протекторов, таких как магний, алюминий, цинк и другие сплавы, позволяет выбирать подходящий протектор в зависимости от конкретных условий эксплуатации и требований к защите трубопровода. Установка протекторов в группах и их соединение с катодным выходом или непосредственно с трубопроводом с использованием кабелей или проводов обеспечивает создание электрической цепи, необходимой для формирования защитного потенциала на поверхности трубопровода. Также важно отметить, что использование заполнителя вокруг протекторов помогает уменьшить переходное сопротивление и повысить эффективность работы протекторов. Это позволяет обеспечить более равномерное распределение защитного потенциала вокруг трубопровода. В целом, протекторная защита представляет собой важный инструмент для обеспечения надежной защиты газопроводов от коррозии, особенно на участках, где катодная защита неэффективна или недоступна. [3].

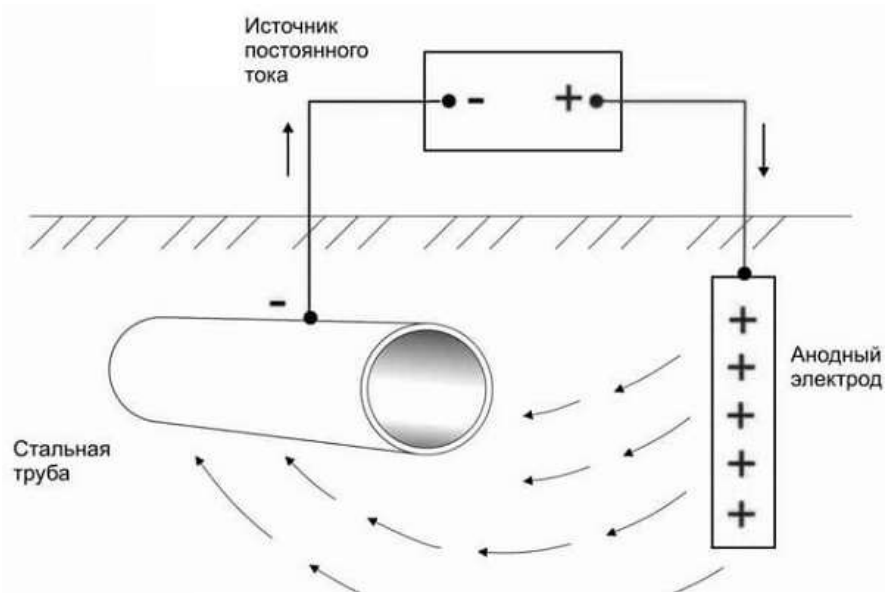


Рисунок 1 - Катодная защита трубопроводов от коррозии

В этом методе используется внешний источник тока для создания защитного потенциала на поверхности металла, чтобы предотвратить коррозию. Это означает использование внешнего электрического тока от отрицательного полюса для поляризации катодных участков коррозионных элементов. Это приводит к увеличению потенциала до анодных значений, что помогает предотвратить коррозию. Затем положительный полюс источника тока прикрепляется к аноду, что дополнительно увеличивает защитный потенциал и минимизирует коррозию защищаемого объекта. Можно сделать вывод, что вы описываете метод активной катодной защиты, который использует внешний источник тока для создания защитного потенциала на поверхности металла. Этот метод может быть эффективным для защиты металла от коррозии в тех случаях, когда металл не имеет склонности к пассивации. [4].

Рисунок 2 - Протекторная защита

Данный метод предполагает подсоединение к защищаемому металлу другого металла с более высоким электроотрицательным потенциалом, который называется анодом. В результате анод будет корродировать вместо защищаемого металла. Процесс коррозии анода является жертвенным процессом, который предотвращает коррозию защищаемого металла. Когда анод полностью корродирует, его необходимо заменить на новый. Этот метод защиты часто используется для защиты подземных трубопроводов, судовых корпусов и других металлических конструкций, которые находятся в агрессивной среде. Гальваническая защита может быть эффективным способом предотвращения коррозии, особенно в случаях, когда другие методы неэффективны или неудобны [4].

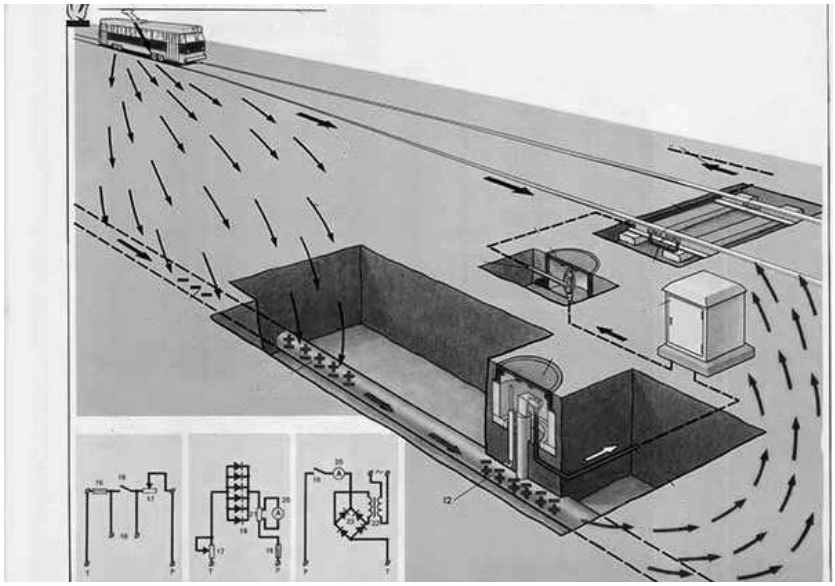


Рисунок 3 - Электродренажная защита

Метод предусматривает дренаж (отвод) блуждающих токов с защищаемой конструкции на их источник или специальное заземление [4].

В результате анализа литературы о различных видах коррозии газового оборудования можно заключить, что каждый метод защиты имеет свои преимущества и недостатки. Зная эти характеристики, можно выбрать наиболее эффективный метод защиты от коррозии для конкретных участков газовых сетей и трубопроводов, что позволит предварительно определить их надежность и эффективность в эксплуатации. Данные к исследованию будут приведены при выполнении ВКР на тему: «Исследование процесса разрушения газового оборудования под действием коррозии».

Список литературы

1. Шевцов В.Д. Коррозионные разрушения насосно-компрессорных труб в скважинах Северного Дагестана. // РНТС ВНИИОЭНГ "Коррозия и защита в нефтегазовой промышленности", - 1974.- № 9. - С. 28-30. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.dissercat.com/content/razrabotka-ingibitorov-korrozii-dlya-kompleksnoi-zashchity-oborudovaniya-gazovykh-promyslov- (дата обращения: 14.05.23).

2. Герцог Э. Коррозия сталей в сероводородной среде, - В кн.: Коррозия металлов в жидких и газообразных средах. -М.: Изд-во Металлургия, - 1984,-С. 315-340. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.dissercat.com/content/razrabotka-ingibitorov-korrozii-dlya-kompleksnoi-zashchity-oborudovaniya-gazovykh-promyslov- (дата обращения: 14.05.23).

3. Боков Л.А. О применении сталей повышенной коррозионной стойкости для промыслового оборудования газоконденсатных месторождений. / РНТС ВНИИСЭНГ "Коррозия и защита в нефтегазовой промышленности". -

1967.-№ 1.-С. 12-15. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.dissercat.com/content/razrabotka-ingibitorov-korrozii-dlya-kompleksnoi-zashchity-oborudovaniya-gazovykh-promyslov- (дата обращения: 14.05.23).

4. Бебей Ю.И., Сопрунюк Н.Г. Защита стали от коррозионно-механического разрушения, - Киев: Техника, - 1981,- 126 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.dissercat.com/content/razrabotka-ingibitorov-korrozii-dlya-kompleksnoi-zashchity-oborudovaniya-gazovykh-promyslov- (дата обращения: 16.05.23).

5. Махинько В.С. Защита трубопровода от коррозии, 2020. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/ip_restricted.asp?rpage=https%3A%2F%2Felibrary%2Eru%2Fcontents%2Easp%3Fid%3D43740504 (дата обращения: 15.05.23).

6. Kermani M., Harrop D. (1995) The Impact of Corrosion on the Oil and Gas Industry. SPE Production & Facilities, Vol. 11, pp. 186-190. https://doi.org/10.2118/29784-PA (In Eng.)

7. Rahuma M. N., Kannan M. B. (2014) Corrosion in Oil and Gas Industry: A Perspective on Corrosion Inhibitors. Journal of Material Sciences & Engineering, Vol. 3, Is. 3, pp. 1-1 https://doi.org/10.4172/2169-0022.1000E110