

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

ISSN 2072-0297

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



16+

2026
ЧАСТЬ II

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 20 (623) / 2026

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)
Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук
Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)
Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук
Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук
Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук
Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук
Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук
Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)
Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук
Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук
Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук
Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук
Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук
Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук
Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук
Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук
Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук
Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук
Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)
Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)
Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук
Рахмонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук
Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)
Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук
Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Досманбетов Динар Бакбергенович, доктор философии (PhD), проректор по развитию и экономическим вопросам (Казахстан)
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, доктор педагогических наук, и.о. профессора, декан (Узбекистан)
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

На обложке изображен *Павел Николаевич Яблочков* (1847–1894), русский электротехник, военный инженер, изобретатель и предприниматель.

Павел Николаевич Яблочков родился в селе Жадовка Саратовской губернии в дворянской семье. С самого детства он любил конструировать: придумал угломерный прибор для землемерных работ, устройство для отсчета пути, пройденного телегой.

Яблочков окончил Николаевское инженерное училище в Петербурге, а через некоторое время — Техническое гальваническое заведение в Кронштадте. Тогда это была единственная в России школа, которая готовила специалистов в области электротехники. Там будущий ученый познакомился с новейшими достижениями в области изучения и технического применения электрического тока.

В 1872 году Павел Николаевич переехал в Москву. Именно тогда он начал изобретать, однако успехов на данном поприще достиг лишь в 1874 году, когда создал мастерскую физических приборов, где проводил работы по электротехнике, которые в дальнейшем легли в основу его изобретений в области электрического освещения, гальванических элементов и аккумуляторов.

Весной 1874 года Яблочкову представилась возможность практически применить электрическую дугу для освещения. Из Москвы в Крым должен был следовать правительственный поезд. Впервые в истории железнодорожного транспорта на паровозе установили прожектор с дуговой лампой — регулятором Фуко.

Яблочков был членом кружка электриков-изобретателей при Московском политехническом музее. Здесь он узнал об опытах Александра Лодыгина по освещению улиц и помещений электрическими лампами, после чего решил заняться усовершенствованием существовавших тогда дуговых ламп. К 1875 году относится одно из его главных изобретений — «электрическая свеча».

В том же году Яблочков уехал в Париж, где создал промышленный образец электрической лампы, а через год запатентовал свою «электрическую свечу». Ее первая демонстрация состоялась в 1876 году в Лондоне, и в Париж Павел Николаевич вернулся уже известным изобретателем. Сразу же была создана кампания по эксплуатации его патентов. Специальный завод производил несколько тысяч «свечей» в день. Они получили применение главным образом в уличном освещении.

Также Яблочков разработал и внедрил систему электрического освещения на однофазном переменном токе, разработал способ «дробления света посредством индукции катушек» и др. Система освещения Яблочкова, получившая название «русский свет», пользовалась исключительным успехом. Компании по ее коммерческой эксплуатации были основаны во многих странах мира.

В России первая проба электрического освещения по системе Яблочкова была проведена осенью 1878 года: были освещены казармы и площадь в Кронштадте, а также Большой театр в Петербурге. Ни одно из изобретений в области электротехники не получало столь быстрого и широкого распространения, как «свечи» Яблочкова. Это был подлинный триумф русского инженера, а его изобретение ускорило решение многих насущных технических задач и легло в основу будущей электротехнической промышленности.

После изобретения «свечи» Яблочков очень много работал и в России, и за рубежом. В 1879 году он организовал «Товарищество электрического освещения П. Н. Яблочков-изобретатель и Ко», в числе акционеров которой были промышленники, финансисты, военные. Компания открыла электромеханический завод в Петербурге, производивший осветительные установки для военных судов, заводов военно-морского ведомства и для многих городов России.

С 1880-х годов Павел Николаевич занимался главным образом вопросами генерирования электрической энергии: созданием динамомаши и гальванических элементов. Инженер провел много исследований в области превращения энергии топлива в электрическую энергию. В последующие годы он получил ряд патентов на электрические машины.

Яблочков также был участником электротехнических выставок в России и в Париже, участником Первого международного конгресса электриков, стал одним из инициаторов создания электротехнического отдела Русского технического общества и журнала «Электричество». Он был награжден медалью императорского Русского технического общества и французским орденом Почетного легиона.

Умер талантливый ученый Павел Николаевич Яблочков в 1894 году в Саратове от болезни сердца. Он был похоронен в селе Сапожок Саратовской области в фамильном склепе.

В конце 1930-х годов Михайло-Архангельскую церковь разрушили, при этом пострадал и фамильный склеп Яблочковых. По решению АН СССР 26 октября 1952 года на могиле П. Н. Яблочкова был воздвигнут памятник, который представляет собой каменное изваяние. На лицевой стороне — барельеф с изображением изобретателя, а ниже установлена мемориальная доска, на которой выбиты слова: «Здесь покоится прах Павла Николаевича Яблочкова — выдающегося русского изобретателя в области электротехники (1847–1894 гг.)». По боковым сторонам расположены изображения «свечи» Яблочкова, электрической машины эклипс, гальванических элементов. На памятнике выбиты слова Павла Николаевича: «Электрический ток будет подаваться в дома, как газ или вода».

*Информацию собрала ответственный редактор
Екатерина Осянина*

СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Акимова А. А.

Двор как «третье место»: потенциал
возрождения жилой среды «золотого
квадрата» Алматы75

Акимова А. А.

Трансформация рекреационного каркаса
«золотого квадрата» Алматы: от транзитных
зон к комфортной жилой среде.....81

Бессонов Е. В.

Архитектура через технологию: как
инженерные устройства становятся
формообразующими элементами
(на примере радиационного охлаждения)85

Вицня М. А.

Факторы формирования высотных
экологически ориентированных
многофункциональных жилых комплексов87

Вицина К. А., Егорова М. С., Пинхасович А. Д., Колженбаев А. Д.

Автоматизация учета и управления
ресурсами в строительстве
с применением технологий
информационного моделирования90

Гу Ченгун

Исследование оптимизации городских
муниципальных дренажных систем.....93

Гу Ченгун

Анализ процесса CASS для очистки
коммунальных сточных вод и повторного
использования очищенной воды96

Коженков А. А.

Выявление запаса прочности по диаграмме
несущей способности узла без учета
аппроксимирования с использованием
программного комплекса IDEASTaTiCa98

Лосев К. А.

Влияние водопоглощения керамзитового
песка на технологические свойства смесей
для строительной 3D-печати 103

Лузянин Е. В.

Актуализация и усовершенствование
методов геодезического сопровождения
строительства. Автоматизация процесса
подготовки исполнительной геодезической
документации 105

Мельник А. А.

Графика в юбилейной корпоративной книге:
приёмы и стили в формировании брендового
нарратива 106

Павлишин А. А.

Экспрессоценка пористости керамического
кирпича как базовый элемент цифровой
системы контроля качества 108

Павлишин А. А.

Интеграция средств неразрушающего
контроля в систему управления качеством
керамического кирпича 111

Пережогин С. В.

Устройство фасадной системы и заполнение
проемов как этап обеспечения пожарной
безопасности объекта капитального
строительства..... 113

Пичков С. Д.

К вопросу об обеспечении механической
совместимости ремонтных составов
с основанием..... 115

Рыбкина В. М.

Принципы архитектурно-пространственного
формирования гериатрических центров..... 117

Семёнов М. С.

Современные исследования влияния
пористости бетона на долговечность
и морозостойкость 120

Семенов Т. С.

Оценка снижения несущей способности
трубобетонных колонн при нереализации
эффекта обоймы в условиях больших
эксцентриситетов..... 122

Спасов А. В.

Роль используемых строительных технологий
для повышения эффективности проектов
в мировой практике..... 127

Чжу Чаоци

Применение метода УФ-отверждения
на месте при ремонте сетей канализации 134

Чжу Чаоци

Анализ технологий бестраншейного
восстановления городских дренажных
трубопроводов 137

Яшунина Д. А.

Комплекс мероприятий
по инженерной подготовке территории
многоквартирной жилой застройки
в условиях Корсаковского городского
округа Сахалинской области на примере
строительства жилого комплекса 140

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Двор как «третье место»: потенциал возрождения жилой среды «золотого квадрата» Алматы

Акимова Ариэль Армановна, студент магистратуры

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы)

В данной работе исследуется критическая трансформация жилой среды исторического центра Алматы («Золотого квадрата») под воздействием интенсивной джентрификации и пешеходизации магистральных улиц. Автор анализирует обострившийся конфликт между экспансией коммерческих интересов и фундаментальным правом резидентов на приватность и качественный отдых.

Центральной темой статьи выступает адаптация социологической концепции «третьего места» Рэя Ольденбурга к уникальной морфологии алматинского двора. В работе обосновывается необходимость радикальной смены парадигмы: перехода от «двора-парковки», выполняющего утилитарные транзитные функции, к «двору-экосистеме», функционирующему как коллективная гостиная и центр соседской интеграции.

Особое внимание уделяется инструментам «мягкой реновации» и тактического урбанизма, включая внедрение элементов дизайн-кода, адаптированных под локальный микроклимат и арычную сеть. Предложенные стратегии направлены на сохранение архитектурной идентичности Алматы и повышение экологической устойчивости городской ткани в условиях климатических вызовов.

Ключевые слова: урбанистика, «третье место», Золотой квадрат, Алматы, соучастующее проектирование, дизайн-код, городская идентичность, экологический каркас, ревитализация дворов.

1. Введение. Кризис публичных пространств и теоретические рамки исследования

Современный этап развития Алматы характеризуется агрессивной трансформацией городской среды, где фокус градостроительной политики сместился в сторону создания масштабных пешеходных зон и коммерциализации исторического центра. Однако за фасадным благоустройством скрывается глубокий кризис приватности и эрозия жилой среды. В условиях, когда улицы Панфилова и Жибек Жолы превратились в зоны интенсивного потребления и туризма, жители прилегающих кварталов «Золотого квадрата» столкнулись с деградацией своего жизненного пространства.

1.1. Концепция «третьего места» в жилой среде

Теоретическим фундаментом данного исследования служит концепция «третьего места», предложенная социологом Рэем Ольденбургом. Согласно его теории, для психологического благополучия и социальной устойчивости человеку необходимы три типа пространств:

1. **Первое место** — дом (приватная сфера).
2. **Второе место** — работа (производственная сфера).
3. **Третье место** — общественное пространство для неформального общения, отдыха и укрепления сообщества.

Традиционно роль «третьих мест» в Алматы выполняли кофейни, парки и скверы. Однако в условиях высокой антропогенной нагрузки на центр города, эти локации утрачивают свою инклюзивность, становясь либо слишком шумными, либо коммерчески ориентированными. В этой связи возникает гипотеза о необходимости ревитализации **внутридворового пространства** как локального, доступного и безопасного «третьего места», способного компенсировать жителям дефицит качественной среды.

1.2. Проблема джентрификации и утраты идентичности

«Золотой квадрат» Алматы — это не только географический центр, но и ментальный якорь городской идентичности. Джентрификация этого района привела к тому, что двор перестал быть защищенным местом взаимодействия соседей,

превратившись в «серую зону» — склад для автомобилей и транзитный коридор для посетителей коммерческих объектов первых этажей.

Кризис двора как общественного пространства ведет к социальной атомизации: жители капсулируются внутри своих квартир, что разрушает исторически сложившуюся культуру добрососедства. Статья ставит своей целью обосновать, что возвращение двору его социальной функции через инструменты урбанистического дизайна не является декоративной мерой, а выступает необходимым условием сохранения экологического и социального здоровья мегаполиса.

2. Морфологические и социальные преимущества исторической застройки

Морфологическая структура исторической застройки Алматы в границах улиц Тулебаева, Жамбыла и Кунаева представляет собой уникальный для постсоветского пространства тип городской ткани, который базируется на принципах гуманистического масштаба. В отличие от современных жилых комплексов, стремящихся к вертикальной экспансии и максимизации полезной площади, архитектура «Золотого квадрата» 1930–1980-х годов оперирует категориями соразмерности человеческому восприятию. Малоэтажность и среднеэтажность зданий позволяют жителю сохранять визуальный контакт с плоскостью земли и кронами деревьев, что критически важно для формирования чувства психологического комфорта и снижения уровня стресса в мегаполисе. Геометрия этих кварталов с их полузакрытыми контурами и «сталинками» формирует защищенные дворовые пространства, которые работают как естественные буферы, отделяющие частную жизнь от интенсивного шума и агрессивной среды центральных магистралей. Социальный ландшафт этих территорий также кардинально отличается от «атомизированной» структуры новых ЖК, где высокая ротация арендаторов и закрытость частных территорий препятствуют возникновению устойчивых сообществ. В старых кварталах Алматы десятилетиями кристаллизовался социальный капитал, основанный на преемственности поколений и сложившейся культуре добрососедства. Это создает уникальную среду, в которой двор воспринимается не как ничейная земля, а как коллективное достояние. Высокий уровень взаимного доверия между резидентами является готовым фундаментом для внедрения методик соучаствующего проектирования. В такой среде трансформации пространства происходят не директивно сверху, а через диалог, что гарантирует сохранность новых объектов благоустройства и их реальную востребованность жителями разных возрастов. Средовая конкурентоспособность «Золотого квадрата» во многом обусловлена развитой экосистемой, которую невозможно воссоздать в рамках девелоперского цикла новой стройки. За десятилетия здесь сформировался плотный зеленый каркас из зрелых деревьев, который вместе с сохранившимися фрагментами арычной сети создает уникальный микроклимат, эффективно защищающий от смога и летнего зноя. Старые дворы обладают сформированной идентичностью и историческим слоем, который при условии точечной модернизации инфраструктуры — замены ветхого освещения на камерное, обновления покрытий с асфальта на природные материалы и установки качественной уличной мебели — по качеству жизни начинают превосходить элитные новостройки. Таким образом, ревитализация этих пространств позволяет превратить их из «уставших» территорий в высококлассные городские локации, сохраняющие дух старой Алматы и отвечающие современным запросам на экологичность и социальную интеграцию.

3. Компаративный анализ: Ревитализация как инструмент преодоления социальной изоляции

В современной урбанистике двор рассматривается не как технический разрыв между зданиями, а как «городская гостиная». Если пространство двора захвачено автомобилями, оно становится транзитным: человек стремится максимально быстро преодолеть путь от машины до подъезда, не вступая в контакт с соседями. Мировой опыт показывает, что возвращение двора людям радикально меняет социальный климат.

3.1. Кейс «*Vauban*» (Фрайбург, Германия): Жизнь без транзита

Район Фрайбурга стал мировым эталоном «двора для людей». Здесь архитекторы сознательно вынесли парковки в многоуровневые гаражи на периферии, освободив междворовое пространство.

- **Социальный эффект:** поскольку во дворах нет машин, они стали местом постоянного пребывания жителей. Вместо «ситуативных» площадок здесь созданы общие зоны: длинные столы для соседских обедов, общие сады и мастерские.

- **Результат:** исследования показывают, что дети в таких дворах проводят на улице в 3–4 раза больше времени, а уровень доверия между соседями в разы выше, чем в кварталах с парковками под окнами.

- **Для алматы:** это ответ на проблему «золотого квадрата», где жители «сталинок» часто даже не знакомы друг с другом, так как двор превращен в асфальтовое поле для авто.

3.2. Проект «*Superkilen*» и дворы *Nørrebro* (Копенгаген, Дания)

В районе Нёрребро дворы исторической застройки были реконструированы так, чтобы стимулировать людей выходить из квартир даже в плохую погоду.

- **Механика:** вместо стандартных «ситуативных» горок установлены объекты, провоцирующие взаимодействие: гамаки на несколько человек, зоны для гриля, шахматные столы и уличные библиотеки.
- **Социальный акцент:** пространство спроектировано как «третье место» — точка, где ты можешь поработать с ноутбуком, выпить кофе с соседом или провести собрание дома. Это расширение полезной площади квартиры.
- **Ссылка на опыт:** бюро *Big и Topotek 1* доказали, что дизайн может заставить людей разного возраста (от подростков до пенсионеров) находиться в одном пространстве без конфликтов.

3.3. Японский опыт *Shared Spaces* и микродворы

В плотной застройке Токио и Киото (что созвучно масштабу некоторых кварталов «Золотого квадрата») двор часто превращается в крошечный сад-гостиную.

- **Механика:** Использование концепции «совместного пространства», где нет четкой границы между тротуаром и зоной отдыха. Люди выносят свои растения и стулья прямо на улицу, создавая эффект «жилого переулка».
- **Результат:** Это создает «глаза на улице» (по Джейн Джекобс) — когда во дворе постоянно кто-то есть, он становится максимально безопасным без всяких заборов и камер.

4.1. Трансформация транспортного каркаса

Первым шагом к устойчивости должно стать внедрение **физических барьеров для транзитного транспорта**, таких как болларды или системы автоматического распознавания номеров для резидентов. Это позволит вернуть двору статус безопасной зоны, где приоритет принадлежит пешеходу. Высвобождение площади от припаркованных автомобилей открывает возможность для расширения «полезной» площади двора, превращая его в функциональное продолжение квартиры.

4.2. Двор как «оазис» и климатический буфер

Микроклиматический потенциал «Золотого квадрата» базируется на уникальном сочетании зрелого древесного покрова и исторической арычной сети. В условиях усиления городского «эффекта теплового пятна» эти дворы выступают как «островки прохлады» (*cool islands*). Температура в таких зеленых контурах может быть на 4–6°C ниже, чем на открытых асфальтированных улицах. Для усиления этого эффекта и превращения двора в место, где люди действительно хотят проводить время, необходима имплементация следующих элементов:

- «Древесные станции» и рабочие модули: установка круговых столов и скамей непосредственно вокруг стволов вековых деревьев. Это позволяет использовать естественную тень кроны как «зеленый зонт», создавая комфортные места для удаленной работы с ноутбуком или чтения, не занимая лишнего пространства.
- Ревитализация арычного звукового дизайна: восстановление локальных фрагментов арыков внутри дворов. Бегущая вода не только увлажняет воздух, но и создает естественную акустическую завесу, отсекающую шум города, что превращает двор в «тихую гавань».
- Зоны «коллективного стола»: обустройство зон с длинными общими столами под перголами, увитыми виноградом или плющом. Такие объекты стимулируют культуру соседских чаепитий и обедов, расширяя пространство жизни за пределы бетонных стен квартиры.
- Многоуровневое озеленение и геопластика: создание искусственных холмов и высадка кустарников-фильтров вдоль границ двора. Это не только зонировывает пространство, отделяя тихие места для отдыха взрослых от активных детских площадок, но и служит барьером для пыли и смога.

4.3. Социально-экологический эффект

Реализация таких «мягких» решений превращает двор из асфальтированного склада для машин в живую экосистему. Когда житель получает возможность использовать двор как место для работы, общения или отдыха в тишине, формируется новое отношение к городской среде — **чувство сопричастности и ответственности**. Это и есть фундамент социальной устойчивости Алматы: двор становится местом, где люди не просто живут рядом, а формируют сообщество, объединенное качественной и здоровой средой обитания.

5. Стратегические направления трансформации: От парковки к экосистеме

Переход к модели «двор-экосистема» требует не просто косметического ремонта, а переосмысления сценариев использования территории. Проведенный анализ активности в типичных кварталах «Золотого квадрата» (ул. Тулебаева —

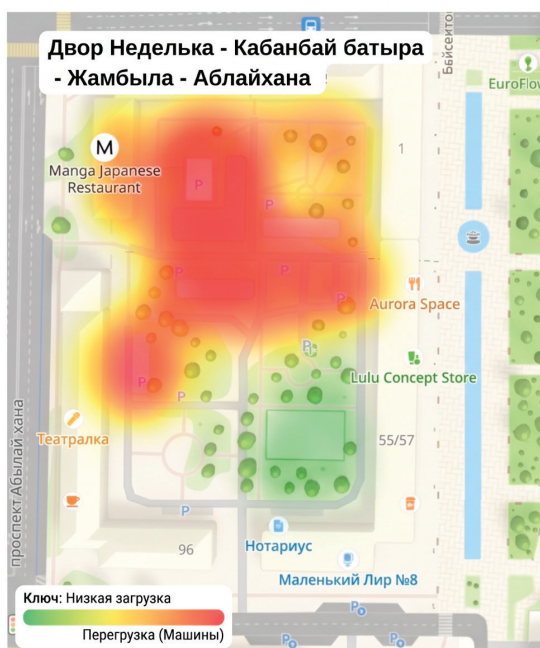
ул. Жамбыла) выявляет парадокс: при высоком качестве жилья и престижности района, коэффициент использования дворового пространства резидентами остается критически низким.

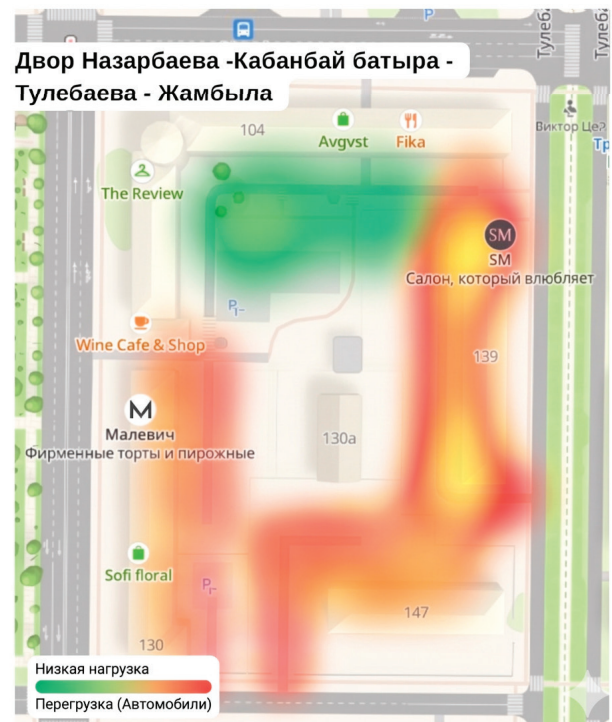
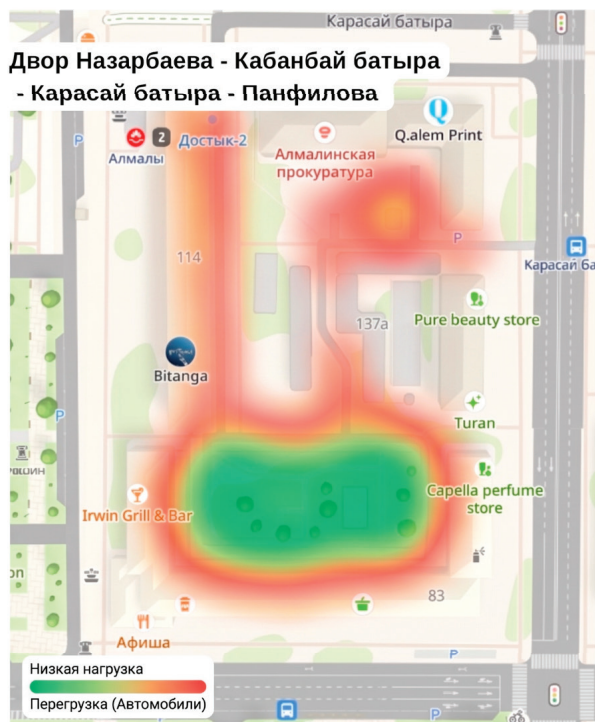
5.1. Доказательная база: Феномен «пустого двора»



Натурные наблюдения показывают, что в текущем состоянии двор выполняет лишь две функции: транзитную (путь от калитки до подъезда) и логистическую (хранение автомобиля). На представленных ниже материалах визуализирована типичная ситуация:

- **Фотофиксация деградации среды:** огромные площади асфальта, занятые припаркованными авто, создают визуальный шум и психологический барьер. Единственные «островки» активности — это стандартные детские площадки, которые пустуют 80 % времени из-за отсутствия тени или комфортных мест для взрослых.
- **Карта тепловой активности (Heat Map):** на схеме видно, что основная активность сосредоточена на узких тротуарах вдоль домов. Центр двора — «мертвая зона», исключенная из социального оборота города.





5.2. Инструментарий трансформации в рамках дизайн-кода

Для того чтобы вернуть людей во двор, предлагается имплементация решений, превращающих его в «функциональное продолжение дома»:

- **Интеграция «древесных станций»:** установка круговых столов вокруг существующих деревьев. Это простейшее решение превращает дерево из объекта созерцания в полезную инфраструктуру. Здесь житель может поработать с ноутбуком в тени, что критически важно для растущего класса фрилансеров и студентов.



- **Создание «дворовых гостиных»:** Вместо разрозненных скамеек — модульные деревянные настилы и длинные общественные столы. Это провоцирует культуру соседских обедов и праздников, возвращая в Алматы дух «старого города» на новом техническом уровне.

Пример использования тупика во дворе для улучшения привлекательности двора



- **Звуковой и климатический дизайн:** восстановление арычной сети внутри дворов. Журчание воды создает акустический комфорт, маскируя шум проезжей части, а испарение влаги снижает температуру в летний зной.
- **Световое зонирование:** замена агрессивных «дорожных» фонарей на низкое, камерное освещение (болларды, подсветка кустарников). Это создает ощущение безопасности и домашнего уюта, стимулируя вечерние прогулки и общение.

5.3. Ожидаемый эффект

Реализация данных шагов позволит поднять посещаемость дворов на **40–60 %** за счет привлечения новых групп пользователей (молодежь, работающие взрослые, пожилые люди). Двор перестает быть «транзитным коридором» и становится полноценным **«третьим местом»**, обеспечивающим психологическую разгрузку и укрепление социального капитала исторического центра Алматы.

Заключение

Возрождение дворов «Золотого квадрата» как «третьих мест» — это не вопрос эстетики, а стратегия сохранения социокультурного кода Алматы. В условиях глобальной стандартизации архитектурных форм именно исторический двор остается хранителем локальной памяти. Интеграция принципов устойчивого развития и уважения к историческому контексту позволит превратить депрессивные транзитные зоны в жизнеспособные центры притяжения, обеспечивающие жителям психологическую устойчивость в динамично развивающемся мегаполисе.

Литература:

1. Ольденбург, Р. (2014). Третье место: места отдыха, общественные заведения и как они помогают выживать. — М.: Новое литературное обозрение. (Фундаментальное исследование концепции «третьего места»).
2. Джекобс, Дж. (2011). Смерть и жизнь больших американских городов. — М.: Новое издательство. (Теория «глаз на улице» и важности тротуаров и дворов).
3. Гейл, Я. (2012). Города для людей. — М.: Альпина Паблишер. (Принципы гуманистического масштаба и жизни «между зданиями»).
4. 2GIS Pro (2026). Аналитический отчет по коммерческой активности и пешеходному трафику в районе «Золотого квадрата» г. Алматы. [Электронный ресурс]. (Инструмент для подтверждения плотности NoReCa и антропогенной нагрузки).
5. Бюро Gehl Architects (2019). Soft City: Building Density for Everyday Life. — Исследование «мягкого города» и мультисезонного использования дворов.
6. Дизайн-код города Алматы. Руководство по благоустройству территорий общего пользования и жилой застройки. — Управление городского планирования и урбанистики г. Алматы.
7. Rueda, S. (2019). Superblocks: The Rebirth of the City. — Анализ кейса Барселоны по ограничению транзитного трафика.
8. Appleyard, D. (1981). Livable Streets. — Классическое исследование влияния автомобильного трафика на социальные связи между соседями.

9. Официальный ресурс «Almaty Urban Forum». Отчеты по ревитализации исторического центра и сохранению архитектурного наследия 1930–1980-х гг.
10. BIG (Bjarke Ingels Group). Project Superkilen: Urban design as a tool for social integration. [Case Study].

Трансформация рекреационного каркаса «золотого квадрата» Алматы: от транзитных зон к комфортной жилой среде

Акимова Ариэль Армановна, студент магистратуры

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы)

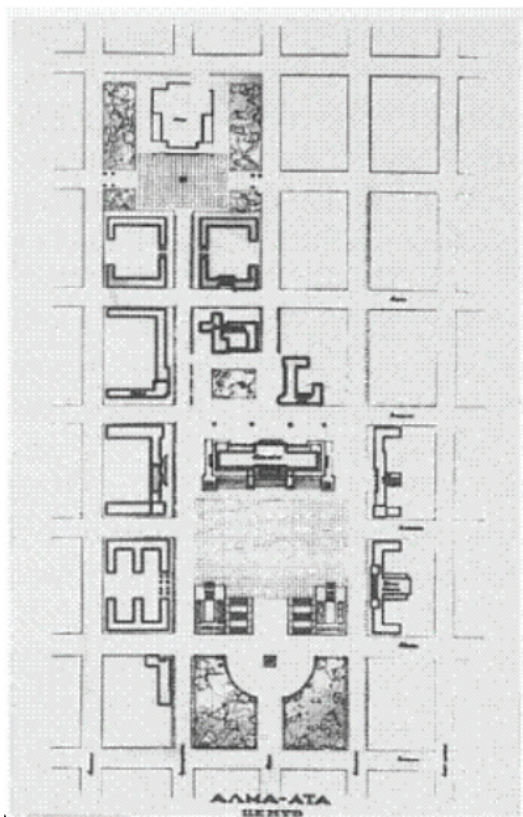
В статье исследуется современное состояние и потенциал развития рекреационной системы исторического центра Алматы («Золотого квадрата»). На основе натурных обследований анализируется морфология застройки, уровень озеленения и качество благоустройства. Выявлен конфликт между развитыми общественными пространствами (скверы, пешеходные улицы) и деградирующими внутридворовыми территориями. Обосновывается необходимость рефункционализации дворов в условиях возросшей туристической нагрузки для обеспечения комфорта постоянных жителей.

Ключевые слова: урбанистика, Алматы, Золотой квадрат, ревитализация дворов, рекреационный потенциал, градостроительная морфология.

1. Градостроительная морфология и характеристики объекта

Объект исследования ограничен улицами Богенбай батыра, Жамбыла, Кунаева и Желтоқсан. Данная территория представляет собой классический образец регулярной прямоугольной сетки исторического генплана (арх. Н. А. Круглов, 1936 г.).

Морфотип застройки характеризуется как **периметрально-квартальный**. Здания формируют сплошной фронт улиц, образуя закрытые внутридворовые пространства (курдонеры и дворы-колодцы). Этажность преимущественно среднеэтажная (3–5 этажей) с акцентными вставками до 7 этажей на углах кварталов.



Планировка застройки центра города. Проект (архитектор Н.А. Круглов, 1936 г.).

- Технико-экономические показатели участка (ориентировочно):
- Площадь участка: ~0,45 км² (45 га).
 - Озелененные территории общего пользования: 12–15 га.
 - Средняя численность населения: ~10 000 человек.
 - Плотность населения: 200–250 чел/га.



- 1. Границы участка (РИС 1):**
- Север: ул. Богенбай батыра (магистраль общегородского значения).
 - Юг: ул. Жамбыла (улица районного значения).
 - Восток: ул. Д. Кунаева (историческая ось).
 - Запад: ул. Желтоксан (транспортный коридор Север-Юг)

2. Оценка рекреационного потенциала и озеленения

Натурное обследование показало высокий уровень озеленения территории, превышающий действующие градостроительные нормативы (СНиП РК). Удельная обеспеченность зелеными насаждениями составляет 12–15 м²/чел. (при норме не менее 10 м²/чел.).

Критерий	Фактическое значение	Оценка (1–5)
Озеленение общего пользования	~ 12–15 м ² /чел.	5
Озеленение жилых районов	~ 7 м ² /чел.	4
Доступность зеленых зон	Радиус ≤ 300 м	5
Качество ухода (скверы)	Высокое	5

Ключевыми элементами зеленого каркаса являются сквер у ГАТОБ им. Абая, компактный сквер по ул. Богенбай батыра и современные пешеходные оси (бульвары Панфилова и Тулебаева). Однако наблюдается резкий контраст между парадными общественными пространствами и внутридворовыми территориями.

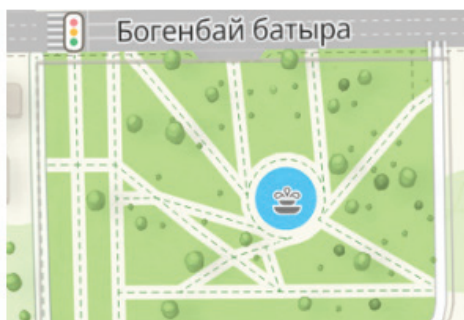


Рис 1



Рис 2



Рис 3

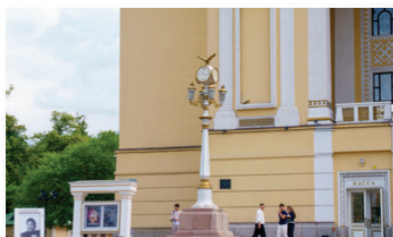


Рис 4



Рис 5

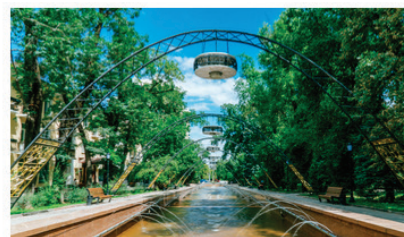


Рис 6

Территория характеризуется высоким уровнем благоустройства и озеленения. Сформированная экосистема из взрослых деревьев и развитая сеть малых архитектурных форм создают благоприятный микроклимат и комфортные условия для кратковременного отдыха жителей и пешеходных прогулок. Среда полностью отвечает критериям развитого исторического центра. Что можно увидеть на рисунках 1-6

3. Анализ функциональных дефицитов и безопасности

Согласно экспертному анализу (итоговый показатель 3.0 балла), рекреационная среда «Золотого квадрата» характеризуется рядом проблем:

– **Доступность:** несмотря на отличную транспортную связность (метро, автобусы), среда не является инклюзивной. Ограничена мобильность маломобильных групп населения (мгн) из-за высоких бордюров и отсутствия пандусов в исторической застройке.

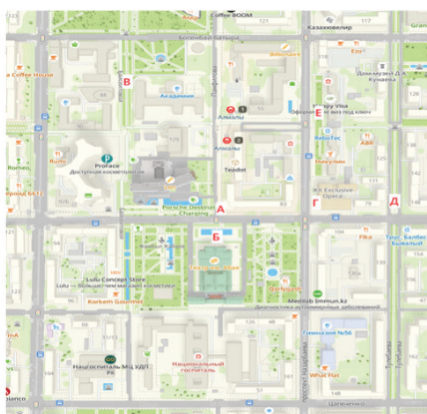
– **Безопасность:** уровень освещенности внешних пешеходных маршрутов оценивается на 5 баллов. Однако во дворах наблюдается дефицит освещения и бесконтрольный доступ транзитного транспорта, что снижает чувство безопасности жителей.

– **Сервисный дисбаланс:** концентрация услуг (рестораны, банки) ориентирована на туристов и бизнес-аудиторию. Наблюдается «вымывание» базовых сервисов для пенсионеров и студентов.

1.9 Освещенность территории

Оценка 5 баллов. Освещенность на высоком уровне в соответствии с нормативными требованиями. Пешеходные маршруты полностью освещены современными источниками света.

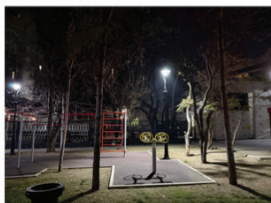
Многие здания имеют равномерную внешнюю подсветку. Спортивные и детские площадки так же освещены. На картинках А-Е можно увидеть, что благодаря тому, что район оснащен прогулочными зонами и скверами и является центральным для города, уровень освещения очень высокий.



А. Кабанбай Барыс 83



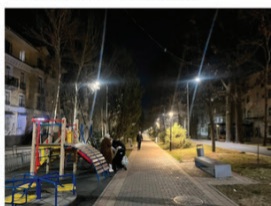
Б. Театр им. Абал



В. Спорт. Площадка на ул. Байсковой



Г. ЖК Exclusive Opera



Д. ул. Турбаньева



Е. Сквер на улице Назарбаева

– Концепция рефункционализации дворовых пространств

С развитием туризма и пешеходизации центра города рекреационная нагрузка на внешние улицы (Панфилова, Тулебаева) возросла многократно. Это требует изменения функционального назначения внутренних дворов. Исторически дворы «Золотого квадрата» проектировались как зоны тихого отдыха, но в последние десятилетия они деградировали до уровня стихийных парковок и технических зон.



Гаражи во дворе.
На фотографиях можно увидеть и состояние постройки и то, что многие из них не используются по назначению.

Необходимые изменения:

1. Трансформация двора в «третье место» (коллективную гостиную) для жителей.
2. Внедрение дизайн-кода, гармонирующего с историческими фасадами.
3. Реновация малых архитектурных форм (МДФ) и замена разбитого асфальтового покрытия.
4. Обеспечение контроля доступа для минимизации транзитного потока.

Заключение

Рекреационная система «Золотого квадрата» обладает уникальным историческим потенциалом. Для сохранения социальной устойчивости центра Алматы необходим переход от экстенсивного использования общественных пространств к качественному благоустройству внутренних территорий. Дворы должны вернуть свою первоначальную рекреационную функцию, адаптированную под современные стандарты комфорта и безопасности.

Архитектура через технологию: как инженерные устройства становятся формообразующими элементами (на примере радиационного охлаждения)

Бессонов Егор Валерьевич, студент магистратуры
Южный федеральный университет (г. Ростов-на-Дону)

Статья исследует процессы превращения инженерных технологий в формообразующие элементы архитектуры. На основе анализа исторических примеров (солнечные панели, ветряные турбины), которые изначально существовали вне архитектурного контекста, выявляются механизмы интеграции технологии в архитектуру. Основное внимание уделяется новым технологиям пассивного охлаждения, в частности радиационному охлаждению, и возможностям его архитектурной реализации. Рассматриваются принципы интеграции, позволяющие технологии стать не только функциональной, но и композиционно значимой частью здания. Обсуждаются перспективы взаимного влияния архитектуры и технологии: как форма здания стимулирует развитие радиационных панелей и как технология формирует архитектурную идентичность [1, 5].

Ключевые слова: интеграция технологий, формообразование, архитектурная идентичность, инженерные устройства, радиационное охлаждение.

Введение

Современная архитектура сталкивается с необходимостью интеграции новых инженерных технологий, которые изначально не предназначались для архитектурного контекста. История показывает, что некоторые технологии — солнечные панели или ветряные турбины — способны формировать композицию, задавать масштаб и идентичность зданий, если они становятся частью контекста проектирования [3]. Однако не все технологии проходят путь от инженерного устройства до архитектурного элемента. Некоторые остаются утилитарными, маскируются или просто игнорируются, в то время как другие начинают формировать композицию и силуэт здания [1].

В данной статье рассматриваются новые технологии пассивного охлаждения, в частности радиационное охлаждение — метод снижения температуры поверхностей за счёт инфракрасного излучения в атмосферу. В отличие от традиционных инженерных устройств, радиационные панели обладают потенциалом не только обеспечивать климатическую функцию, но и формировать архитектурный образ. Основная цель исследования — выявить принципы

интеграции этой технологии в архитектуру и показать, как она может стать формообразующим элементом.

1. Эволюция инженерных технологий в архитектуре

Солнечные панели изначально представляли собой автономные устройства, размещавшиеся на открытых полях или крышах промышленных зданий. Их размеры, угол наклона и ориентация определялись исключительно инженерными критериями [3]. Лишь с появлением архитекторов-энтузиастов панели начали интегрироваться в фасады и кровли, где их размеры и шаг модулей стали задавать композицию здания. Со временем солнечные панели стали неотъемлемым элементом архитектурной идентичности и фактором формообразования многих объектов.

Масштаб и ориентация панели формируют шаг фасадного членения. Производители адаптируют размеры и цвет панелей для архитектурных целей. Панели перестают быть только функциональными объектами и становятся визуальной доминантой, влияя на силуэт и масштаб здания [5].

Анализ эволюции интеграции солнечных панелей позволяет выделить общие закономерности:

Форма через технологию: инженерное оборудование обладает не только техническими параметрами, но и композиционными, архитектура проектируется через параметры устройства.

Обратная связь: технология модифицируется под архитектурные требования [6].

Композиционная значимость: устройство перестает скрываться или маскироваться, начинает занимать свое место в масштабе объекта, становится элементом композиции [1].

Эти закономерности дают основу для анализа и интеграции новых инженерных решений, в том числе радиационного охлаждения.

2. Новая технология: радиационное охлаждение

Радиационное охлаждение — это пассивный метод снижения температуры, основанный на излучении тепла в атмосферу через «окно прозрачности» инфракрасного

спектра (8–13 мкм). Технология позволяет охлаждать поверхности без расхода электроэнергии или воды, что делает её особенно перспективной для аридных регионов и зданий с высокой плотностью тепловыделений [4].

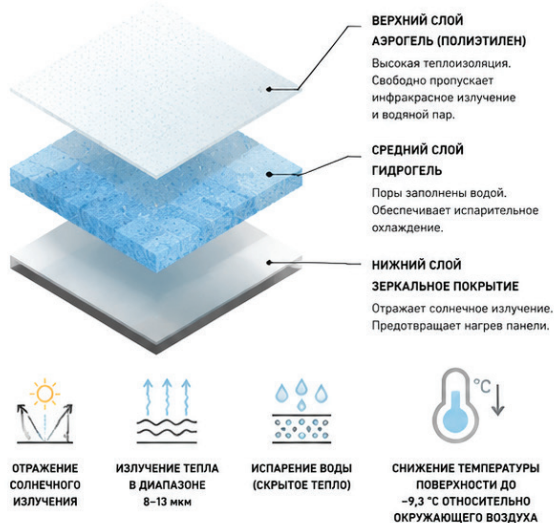
Современные разработки показывают, что комбинация радиационного охлаждения с испарительными системами и высокоизоляционными материалами может снижать температуру до 9,3 °С относительно окружающего воздуха [4]. Среди передовых решений выделяются:

Гибридная система MIT — трёхслойная конструкция с аэрогелем (верхний слой), гидрогелем (средний слой) и зеркальным отражателем (нижний слой). Панели выполняются в виде модулей, которые потенциально могут интегрироваться в кровельные и фасадные системы [4].

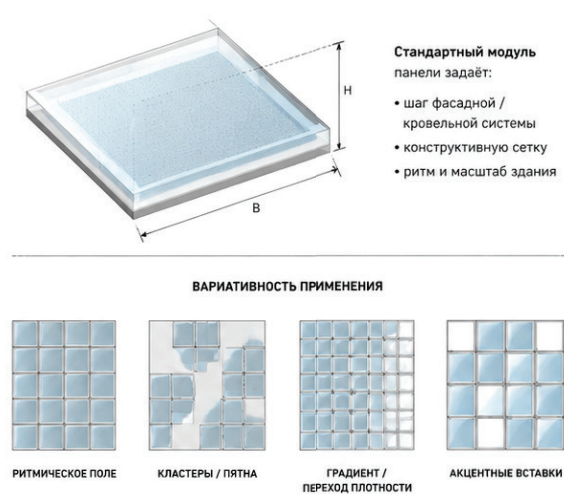
Проект KlimaKover (Henning Larsen Architects) — модульные панели пассивного охлаждения, работающие без внешнего водоснабжения, с энергопотреблением в 10 раз ниже традиционных кондиционеров [5].

Важно, что система может быть выполнена в виде жёстких или гибких панелей, что открывает возможности для архитектурного осмысления: панели могут стано-

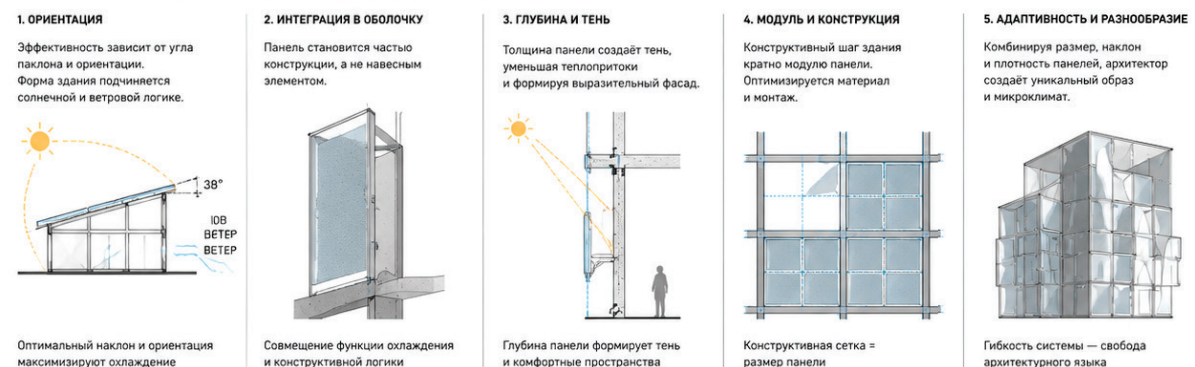
1. СХЕМА ГИБРИДНОЙ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ПАНЕЛИ



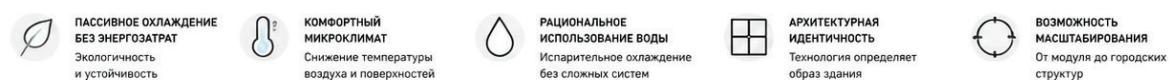
2. ПАНЕЛЬ КАК АРХИТЕКТУРНЫЙ МОДУЛЬ



3. ВЛИЯНИЕ ПАНЕЛИ НА АРХИТЕКТУРНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ



4. РЕЗУЛЬТАТ: АРХИТЕКТУРА КАК КЛИМАТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ



виться элементом фасада, навесной конструкцией, частью светопрозрачного покрытия [5]. Радиационные технологии имеют все перспективы для перехода из лабораторных экспериментов в архитектурную практику, создавая возможности для самостоятельных проектных решений [2].

3. Принципы интеграции радиационного охлаждения

В отличие от общих правил архитектурной композиции, принципы интеграции радиационного охлаждения связаны непосредственно с технологией, её физическими и функциональными особенностями.

Эффективность охлаждения зависит от угла и ориентации панели. Архитектурная интеграция требует планирования фасадов и кровель через эти параметры, что формирует ритм, масштаб и силуэт здания. Каждая панель может иметь индивидуальный наклон, создавая динамические фасады, адаптированные к климату [4].

Панели имеют многослойную структуру (аэрогель, гидрогель, отражатель). Толщина панели позволяет создавать архитектурные полости, ниши, террасы, превращая технологический элемент в объёмную архитектурную деталь.

Панели интегрируются в несущую структуру, переставая быть навесными элементами. Это позволяет достичь синтеза формы и функции, где конструкция и технология формируют единое целое [2].

Здания приобретают фасады и крыши, в которых климатическая функция формирует силуэт и композицию. Панели становятся визуальной и функциональной доминантой.

В аридных регионах радиационные панели могут создавать узнаваемый облик зданий, аналогично тому, как

бадгиры формируют силуэт иранских городов. Технология становится носителем местной идентичности [2].

4. Эволюция технологии и перспективы

Архитектура стимулирует производство адаптивных панелей с регулируемыми параметрами, модульными системами и эстетической дифференциацией. Появляются стандартизированные узлы крепления для интеграции с несущими конструкциями [5].

– Инженерные технологии становятся формообразующими элементами, когда архитектура проектируется через их параметры, а технология адаптируется к архитектурным требованиям [1].

– На основе анализа солнечных панелей выявлены ключевые закономерности: ориентация и масштаб задают композицию, технология трансформируется под архитектурные требования [3].

– Применение этих закономерностей к радиационному охлаждению позволяет сформулировать конкретные принципы интеграции, связанные с функциональными особенностями технологии [4].

– Прогнозируемые эффекты: формирование «активных оболочек», создание архитектурной идентичности в аридных регионах, стимулирование развития адаптивных и модульных панелей [2].

Архитектура имеет все возможности проектироваться через технологию уже на этапе её появления, минуя этап естественной интеграции, формируя композицию, масштаб и идентичность здания. В этом заключается путь превращения инженерного устройства в архитектуру.

Литература:

1. Banham R. The Architecture of the Well-Tempered Environment. London: Architectural Press, 1969.
2. Edwards B. The Architecture of Climate: Passive Cooling in Hot Dry Regions. London: Routledge, 2019.
3. Herzog T. Solar Energy in Architecture and Urban Planning. Munich: Prestel, 1996.
4. Lu Z., Leroy A., Zhang L., Patil J., Wang E., Grossman J. A hybrid evaporative-radiative cooling system for off-grid applications // Cell Reports Physical Science. 2022.
5. KlimaKover / Henning Larsen Architects // Stylepark. 2025.
6. Forty A. Words and Buildings: A Vocabulary of Modern Architecture. London: Thames & Hudson, 2000.

Факторы формирования высотных экологически ориентированных многофункциональных жилых комплексов

Виценья Маргарита Антоновна, студент магистратуры
 Научный руководитель: Голышев Евгений Анатольевич, профессор
 Государственный университет по землеустройству (г. Москва)

В статье рассматриваются факторы, влияющие на формирование высотных экологически ориентированных многофункциональных жилых комплексов (МФЖК). Предложена систематизация факторов влияния: географического, среднего и функционального. Раскрыто содержание каждого фактора и показано его влияние на архитектурно-пространственные, конструктивные и планировочные решения. Особое внимание уделено роли градостроительного контекста,

принципу многоуровневой адаптации высотных зданий к различным масштабам среды, а также взаимосвязи функциональной структуры с условиями участка и его расположением. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании экологически ориентированных высотных МФЖК в России.

Ключевые слова: многофункциональные жилые комплексы, МФЖК, высотные здания, зеленая архитектура, устойчивое проектирование, географический фактор, средовой фактор, функциональный фактор, архитектурно-пространственная структура, градостроительный контекст, зеленые технологии.

Формирование высотных ориентированных на экологическую устойчивость многофункциональных жилых комплексов (МФЖК) является сложным многоуровневым процессом, который во многом зависит от совокупности влияющих на него взаимосвязанных факторов. В условиях современной урбанизации, влекущей за собой рост плотности застройки и увеличение нагрузки на природу, приобретает актуальность разработка обусловленных факторами влияния архитектурно-экологических подходов, обеспечивающих баланс между архитектурной выразительностью, функциональной эффективностью и экологической безопасностью.

При анализе факторов влияния на архитектуру МФЖК, часто выделяется широкий спектр, включающий средовые, экологические, географические, социальные, эстетические, технологические, функциональные и другие факторы. Однако при рассмотрении именно экологически ориентированных МФЖК имеет смысл их укрупнение и систематизация. Экологические и технологические аспекты, являясь неотъемлемой частью «зеленой» архитектуры, выступают как базовое условие проектирования, а социальные и эстетические характеристики во многом реализуются через взаимодействие объекта с окружающей средой. В связи с этим предлагается выделение трех ключевых факторов формирования: географического, средового и функционального, комплексное влияние которых определяет архитектурно-экологическую организацию высотных МФЖК.

Целью статьи является выявление и систематизация указанных факторов, а также анализ их влияния на формирование высотных экологически ориентированных многофункциональных жилых комплексов.

1. *Географический фактор* выступает в качестве одного из определяющих условий формирования высотных МФЖК, так как он задает исходные природно-климатические параметры территории. Его основными составляющими являются климатические характеристики, такие как температурный режим, ветровые нагрузки, количество солнечных дней, а также особенности рельефа и геологические условия участка проектирования.

Географический фактор влияет на выбор экологических и энергоэффективных технологий и строительных материалов. В зависимости от климатической зоны и природных условий в России варьируются решения в области энергосбережения, систем вентиляции, использования возобновляемых источников энергии, способов озеленения и т. д. Кроме того, географический фактор определяет конструктивные решения здания, включая тип

фундаментов, особенности несущих и ограждающих конструкций и инженерных систем.

Существенное влияние данный фактор оказывает и на объемно-пространственные характеристики объекта. Формообразование, высотные параметры и ориентация здания по сторонам света напрямую связаны с необходимостью обеспечения оптимальных условий инсоляции, защиты от неблагоприятных климатических воздействий и повышения энергоэффективности. Таким образом, географический фактор формирует систему исходных ограничений и возможностей, в рамках которых осуществляется дальнейшее архитектурное проектирование.

2. *Средовой фактор* отражает характер взаимодействия проектируемого МФЖК с окружающей застройкой и природной средой, а также оказывает комплексное влияние на его архитектурно-градостроительные решения. Одним из ключевых аспектов является учет градостроительного контекста. Высотный МФЖК должен быть органично интегрирован в существующую городскую ткань, что предполагает согласование его высотных характеристик, силуэта и композиционного решения с окружающей застройкой, которая также влияет на освещенность и социальную среду объекта. Игнорирование данного аспекта может приводить к нарушению визуального баланса и ухудшению качества городской среды.

Немаловажную роль играет принцип многоуровневой адаптивности объема здания к различным масштабам восприятия (Рис. 1).

В рамках данного подхода можно выделить три уровня, каждый из которых имеет свои приемы адаптации к среде: малый уровень (1–3 этаж), ориентированный на человеческий масштаб и формирование комфортной пешеходной среды; средний уровень (4–13 этажи), соответствующий типовой застройке района и обеспечивающий визуальную связность объекта с городской средой; верхний уровень (14–45 этажи), формирующий силуэт здания и взаимодействующий с масштабом высотной архитектуры и световоздушной среды (Рис.2).

Благодаря такому методу обеспечивается поэтапная адаптация объема к различным уровням восприятия и повышается качество интеграции объекта в уже существующую среду.

Также средовой фактор оказывает существенное влияние при размещении МФЖК в разных типах среды. В центральных районах города приоритет отдается компактности, многофункциональности и активному использованию общественных пространств, тогда как в спальных районах и пригороде возрастает площадь озе-

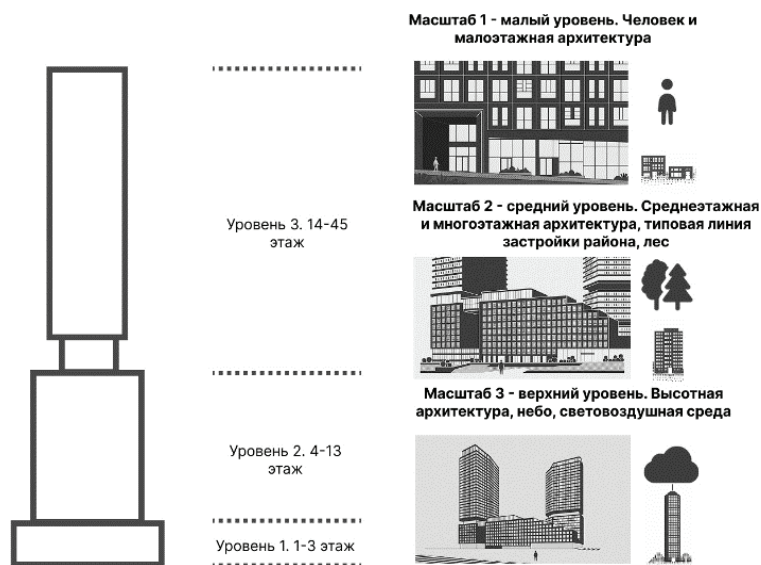


Рис. 1. Деление объема здания на уровни относительно масштаба восприятия



Рис. 2. Приемы визуальной адаптации уровней объекта под масштаб

ления, буферных зеленых зон, рекреационных пространств и спектр применения «зеленых» технологий и решений (таких как системы повторного использования серых вод, ветрогенераторы, геотермальные системы, солнечные водонагреватели и т. д.), в следствие чего меняются архитектурно-планировочные приемы.

Отдельным параметром средового фактора является площадь участка, которая влияет на вариативность формирования объемно-пространственной композиции, так и на возможность более широкого внедрения экологических решений. На ограниченных территориях приоритет получают вертикальные формы озеленения и компактные инженерные системы, тогда как на более крупных участках возможно развитие комплексных экологических решений.

3. *Функциональный фактор* определяет внутреннюю организацию высотного МФЖК и выступает своеобразным связующим элементом между географическими условиями и средовым контекстом. Он включает в себя формирование состава функций и расположение их в структуре здания.

Одной из ключевых задач является обеспечение рационального баланса между жилыми, общественными и вспомогательными функциями. Многофункциональность объекта предполагает интеграцию различных сценариев использования, что требует четкой структуризации пространства.

Функциональное наполнение МФЖК напрямую зависит от характеристик участка, его географического положения и типа окружающей среды, именно поэтому этот фактор является своеобразным связующим двух предыдущих. В центральных районах возрастает доля общественных и коммерческих функций, тогда как в пригороде акцент смещается в сторону жилых и рекреационных пространств.

Особое значение имеет организация вертикального и горизонтального зонирования здания: если вертикальное зонирование позволяет распределить функции по высоте здания с учетом их специфики и интенсивности использования, то горизонтальное — обеспечить логику

планировочной структуры на каждом уровне. При этом важно учитывать не только функциональные, но и экологические аспекты и освещенность. Таким образом, функциональный фактор не только определяет логику пространственной организации МФЖК, но и обеспечивает адаптацию объекта к условиям, заданным географическим и средовым факторами.

Рассматриваемые факторы формирования находятся в тесной взаимосвязи и образуют единую систему. Географический фактор задает природно-климатические ограничения, средовой фактор формирует требования к интеграции объекта в существующую городскую среду и определяет его композиционные и градостроительные характеристики, функциональный фактор обеспечивает внутреннюю организацию комплекса и окончательно адаптирует его структуру к внешним условиям. Важно

отметить, что факторы имеют взаимодополняющий характер — изменения в одном из факторов неизбежно отражаются на других. Именно поэтому всесторонний учет географического, средового и функционального факторов позволит сформировать целостное архитектурное решение, соответствующее современным требованиям экологичности и энергоэффективности, а их систематизация — комплексно рассмотреть условия формирования высотных экологически ориентированных многофункциональных жилых комплексов.

Выделение данных факторов и анализ их взаимосвязи могут лечь в методическую основу формирования проектных решений, а применение предложенного подхода поспособствует повышению качества урбанистической и архитектурной среды и улучшению их экологических характеристик.

Литература:

1. Григорьев, И. В. Типологические особенности формирования высотных многофункциональных жилых комплексов: специальность 18.00.02: диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Григорьев И. В.; Моск. архитектур. ин-т (гос. акад.). — М., 2003. — 237 с.
2. Молодкин, С. А. Принципы формирования архитектуры энергоэффективных высотных жилых зданий: специальность 18.00.02: автореферат на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Молодкин С. А.; Центр. науч. и проектно-экспер. ин-т промыш. зданий и сооружений. — М., 2007. — 26 с.
3. Давыдова, Е. А. Разработка принципов архитектурно-планировочной организации многофункционального жилого комплекса для молодых семей: специальность 18.00.02: диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Давыдова Елена Алексеевна; ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский гос. строительный университет». — М., 2024. — 152 с.
4. Генералова, Е. М. Концепция формирования архитектуры высотных зданий и комплексов симбиотического типа: специальность 2.1.12: диссертация на соискание ученой степени доктора архитектуры / Генералова Е. М.; ФГБОУ ВО «Нижегородский гос. архитектурно-строительный университет». — Н. Новгород, 2023. — 621 с.
5. Семикин, П. П. Принципы формирования архитектуры высотных зданий с возобновляемыми источниками энергии: специальность 05.23.21: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Семикин П. П.; ОАО «Центральный науч. исследовательский и проектный институт жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП жилища)». — М., 2014. — 153 с.

Автоматизация учета и управления ресурсами в строительстве с применением технологий информационного моделирования

Вицина Ксения Андреевна, студент магистратуры;
Егорова Мария Станиславовна, студент магистратуры;
Пинхасович Анна Дмитриевна, студент магистратуры;
Колженбаев Акшам Дмитриевич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматривается актуальность автоматизации учёта и управления ресурсами в строительстве на основе современных информационных систем и BIM-технологий. Анализируются основные проблемы отрасли, связанные с отсутствием единых стандартов, недостаточной цифровой грамотностью и слабым взаимодействием подразделений. Предлагается комплексная технология, объединяющая различные системы управления ресурсами в единой платформе, что позволяет повысить эффективность планирования, мониторинга и анализа строительных проектов. Подчёркивается значимость государственной поддержки и изменений в законодательстве для внедрения цифровых решений.

Ключевые слова: технология, интеграция, автоматизация, ресурсы, трехмерное информационное моделирование, календарно-сетевое планирование, ERP-система, строительство, учет, управление.

Automation of accounting and resource management in construction with the use of information modeling technologies

Vitsina Kseniya Andreevna, master's student;

Yegorova Mariya Stanislavovna, master's student;

Pinkhasovich Anna Dmitriyevna, master's student;

Kolzhenbayev Aksham Dmitriyevich, master's student

Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (St. Petersburg)

The article examines the relevance of automating accounting and resource management in construction using modern information systems and BIM technologies. It analyzes the key industry challenges, such as the lack of unified standards, insufficient digital literacy, and weak interdepartmental collaboration. A comprehensive technology is proposed, integrating various resource management systems within a single platform, which enhances the efficiency of planning, monitoring, and analysis of construction projects. The importance of government support and legislative changes for the implementation of digital solutions is emphasized.

Keywords: technology, integration, automation, resources, 3D information modeling, calendar-network planning, ERP system, construction, accounting, management.

Введение

Автоматизация учета и управления ресурсами в строительстве — это технология, подразумевающая внедрение информационных систем и программного обеспечения для обработки и анализа данных о материалах, технике, финансах, трудовых затратах на всех этапах работ, а также для их централизованного сбора. [1]. Среди наиболее распространенных методов управления ресурсами выделяют систему ERP, комплексные CRM-системы и специализированные отраслевые решения. Несмотря на широкое распространение автоматизации процессов управления ресурсами, многие компании продолжают сталкиваться с проблемами отсутствия единых стандартов учёта ресурсов, низким уровнем цифровой грамотности сотрудников и слабым взаимодействием подразделений внутри организации. Разработка технологии автоматизации учета и управления ресурсами в строительстве с применением технологий информационного моделирования (ТИМ), подразумевающей дальнейшую разработку IT-решений. Данная технология позволит объединить в себе несколько систем учета и управления ресурсами в одной системе. Актуальность данной темы вызвана ростом потребности крупных застроек при расширении городского населения, сложностью реализации строительных процессов и технологий при неблагоприятных природных условиях. К тому же тема особенно актуальна в связи с изменениями в постановлении правительства РФ № 331, где произошло расширение круга случаев, когда требуется формирование и ведение информационной модели объекта [2]. Государственная поддержка играет ключевую роль в ускорении внедрения IT-технологий в строительной отрасли, что стимулирует разработку стандартов, пилотных проектов и мер поддержки разработчиков.

Таким образом данное исследование направлено на разработку качественного стратап-проекта, который даст возможность успешно реализовать эту технологию на рынке и в дальнейшем развивать её.

Анализ рынка и конкурентов

Среди нынешнего рынка программного обеспечения по автоматизации учета и управления ресурсами были рассмотрены следующие ПО (см. табл. 1).

Анализ позволил выявить трех ключевых конкурентов: Larix, Signal и Tangl [3], [4], [5].

Рассматриваемый нами проект предусматривает выделение четырех критически важных этапов, определяющих направления развития. К ним относятся: учет затрат и мониторинг потребления ресурсов, включая строительные материалы, планирование логистических цепочек поставок материалов и оборудования, обеспечение взаимодействия подразделений внутри организации и синхронизация действий между офисом и строительным объектом, формализация бизнес-аналитики и принятие обоснованных управленческих решений на основе собранных данных.

С помощью анализа были собраны данные и на основе данного анализа было принято решение о разработке, продукта, который будет отвечать всем запросам специалистов, заказчиков, исполнителей и будет конкурентоспособен на рынке ПО. Данный анализ стал стартом для разработки программного продукта «Project.Axma».

Алгоритм

Разрабатываемый продукт представляет собой компьютерную систему поддержки менеджера при управлении проектом в строительстве, которая была названа «Project.Axma».

Для большего понимания логики алгоритма внутри системы, она была разбита её на 4 подсистемы: кодирование системы, оперативное планирование, мониторинг, анализ. Рассмотрим подробнее каждую из них.

Кодирование системы

Кодирование информационной системы начинается с трехмерной модели, элементы которой кодируются по

Таблица 1. Рассмотренные ПО

Критерий	Larix	PlanRadar	Tangl	Signal
Назначение	Комплексное управление стройкой с BIM и ресурсами, активное использование 4D-планирования и учета материалов	Мобильный контроль качества и дефектов, удобство для оперативного управления задачами	Автоматизация нормативного контроля, проверка смет и цифровых двойников	Комплексное управление проектами с BIM, мониторинг, инспекции, документооборот
BIM-интеграция	Глубокая BIM интеграция, возможность работы с BIM и без BIM, автоматизация заявок ресурсов	Ограниченная, мобильная работа с BIM-моделями и задачами	Ориентирована на нормативные проверки и цифровые двойники	Глубокая BIM-интеграция с цифровым двойником и исполнительной документацией
Планирование и графики	Календарно-сетевое планирование с ресурсным учетом, 4D-моделирование	Управление задачами, контроль графиков на мобильных устройствах	Работа с нормативными графиками и планами	Мониторинг динамики работ, прогнозирование, контроль сроков
Учет материалов и заявок	Автоматизация формирования заявок и списания материалов с привязкой к BIM и графику	Минимальный, акцент на задачи и дефекты	Контроль расходования материалов на нормативной основе	Управление материалами, контроль складских операций, интеграция с документацией
Мобильный сбор данных	Поддержка мобильного ввода фактических данных с площадки	Высокий уровень мобильности, фотофиксация, оперативные отчеты	Поддержка мобильных инспекций, отчетности в интеграции с другими системами	Мобильный сбор данных, фотофиксация, удаленный контроль и инспекции
Интеграция с ERP, 1C	Глубокая интеграция с 1C и ERP, API для обмена данными	Ограничена	Ограниченная, упор на BIM-экосистему	Интеграция с учетными системами, полноценный API
Верификация и контроль	Приемка работ, цифровые акты, контроль исполнения	Контроль и согласование дефектов	Контроль нормативного соответствия и сметных объемов	Фотофиксация, журнал событий, инспекции, контроль безопасности
Аналитика и KPI	Расширенная аналитика, мониторинг KPI и ресурсного использования	Отчеты по дефектам и статусу задач	Аналитика сметной документации и соответствия нормативам	Дашборды с ключевыми метриками, прогнозирование, аналитика управления
Офлайн-режим и синхронизация	Поддержка офлайн работы с последующей синхронизацией	Нет	Частичная поддержка	Офлайн-работа с последующей синхронизацией

справочнику работ и цен. Каждому объекту присваивается уникальный код, после чего система автоматически собирает геометрию объекта и вычисляет объемы работ. Результат используется для составления ведомости объемов и предварительного графика. Далее устанавливаются связи между работами, создавая подробный производственный график. Метод эффективен, но подлежит модернизации путем автоматической привязки кодов, что ускорит процесс и снизит вероятность ошибок.

Оперативное планирование

Второй этап анализа рассматривает взаимодействие с графиком третьего уровня, обобщающим комплексные операции. Решение не зависит от наличия 3D-моделей, что полезно организациям, осваивающим автоматизированное управление проектами. Последующие шаги включают автоматическую генерацию заданий, доступ к ним через мобильное приложение и отчетность по выполнению работ. Заключается процедура созданием детализированных заявок на материалы. Метод универсален и подходит различным компаниям, независимо от уровня технического оснащения.

Мониторинг

Алгоритм контролирует движение ТМЦ на стройплощадке поэтапно: заявка → мониторинг → исполнение → отчет → складской учет → обратная загрузка данных. Система интегрирует производственные цепочки, сокращает потери материалов и ускоряет документооборот, уменьшая человеческий фактор и повышая управляемость строительством [6].

Анализ

Формирование архива данных о выполнении строительных операций помогает управлять ресурсами, выявляя отклонения от нормативов и причины неэффективности. Архивные данные отражают индивидуальную эффективность исполнителей и реальную производительность. Они служат базой для статистики и аналитики, позволяя сравнивать запланированные и реальные объемы расхода материалов, улучшать закупки и предотвращать дефицит или излишки. Интеграция архива с системой учета ТМЦ дополнительно повышает точность анализа

и предотвращает трудности, улучшая экономические показатели стройорганизаций.

Заключение

Проведённое исследование подтвердило необходимость внедрения цифровых технологий в сферу управления строительными проектами, продемонстрировало актуальность вопросов повышения эффективности использования ресурсов на всех стадиях жизненного цикла объекта. Компьютерная система поддержки управления

проектом в строительстве, созданная в рамках работы, удовлетворяет современным требованиям и способна стать эффективным инструментом для строительной отрасли.

Исследование показало, что система «Project.Axma» эффективно управляет ресурсами, повышает производительность и снижает затраты. Разработанные модули улучшают логистику, уменьшают задержки и финансовое давление. Мониторинг данных своевременно выявляет нарушения стандартов, минимизируя ошибки. Однако требуются дальнейшие испытания, обучение сотрудников и сотрудничество с властями для полного раскрытия потенциала системы.

Литература:

1. Терминологический словарь автоматизации строительства и производственных процессов // Российская инженерная академия URL: <https://slovar-avt.ru/avtomatizaciya/> (дата обращения: 29.04.2026).
2. Постановление «Постановление Правительства Российской Федерации» от 05.03.2021 № 331 // Официальный интернет-портал правовой информации. — 2021
3. Larix — платформа для контроля и управления проектом на всех этапах строительства // Larix URL: <https://bim-info.ru/larix/> (дата обращения: 30.04.2026).
4. Сервис для автоматизации проверки BIM-моделей // Tangle URL: <https://tangl.cloud/products/tangl-control/> (дата обращения: 25.04.2026).
5. Наша цифровая платформа позволяет использовать BIM на всех этапах развития проекта // Signal URL: <https://sgnl.pro/> (дата обращения: 26.04.2026).
6. Кузнецов А. А. Учет и контроль товарно-материальных ценностей в системе обеспечения экономической безопасности предприятия // Форум молодых ученых. — М: ООО «Институт управления и социально-экономического развития», 2019. — С. 2–3.

Исследование оптимизации городских муниципальных дренажных систем

Гу Ченгун, студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В контексте современного социального развития оптимизация муниципальных дренажных систем имеет первостепенное значение. Как важнейшая часть городской инфраструктуры, она напрямую влияет на качество жизни граждан и способствует здоровому развитию городов. Поэтому, после анализа характеристик муниципальных дренажных систем, понимания проблем, возникающих в процессе оптимизации, и проведения многостороннего анализа, крайне важно активно использовать различные современные и передовые научные технологии для максимизации эффективности муниципальных дренажных систем, тем самым способствуя здоровому и стабильному развитию городов.

Ключевые слова: муниципальное строительство, дренажные системы; поиск путей оптимизации.

Введение

Для решения различных проблем и условий, возникающих в процессе эксплуатации и строительства городских муниципальных дренажных систем, необходимо решать и улучшать их поочередно, уделяя особое внимание оптимизации и совершенствованию дренажных систем, чтобы коренным образом повысить эффективность строительства и использования проектов городских муниципальных дренажных систем в нашей стране и способствовать бесперебойной работе городских муниципальных объектов.

1. Комплексный анализ и оценка воздействия строительства на прилегающие здания

После всестороннего анализа работы городской муниципальной дренажной системы основное внимание уделяется анализу источников стока, таких как дождевая вода и сточные воды из жилых районов, а также сток с дорог. На основе этих источников определяются места прокладки водосточных и канализационных труб, и осуществляется их точное размещение с применением принципов «высокий расход воды» и «низкий расход воды» для обеспечения более стабильной и бесперебойной ра-

боты дренажной системы. Одновременно с этим, что касается компоновки городской дренажной сети, с учетом основных, ответвленных и магистральных трубопроводов, осуществляется рациональное планирование с использованием таких методов, как зональная, ортогональная и параллельная компоновка, адаптированных к местным условиям. В процессе проектирования трубопроводов необходимо всесторонне учитывать воздействие строительства на окружающие здания, а также необходимо удалять или переносить опоры электропередач, канавы и деревья. Для трубопроводов и сооружений, расстояние от которых до вновь построенных трубопроводов не соответствует стандартам, принимаются меры по предотвращению или защите для обеспечения эффективности проектирования городской муниципальной дренажной системы.

2. Оптимизация проектирования городской водоотводной системы

Для полного соответствия современным стандартам городского муниципального строительства основное внимание уделяется оптимизации и проектированию муниципальной дренажной системы. С учетом фактической ситуации на строительной площадке проекта будут внесены разумные и научно обоснованные улучшения в муниципальную дренажную систему для дальнейшего продления срока ее службы. В процессе улучшения и оптимизации будет реализована концепция проектирования «зеленых дорог», предложенная транспортными властями нашей страны. С учетом фактического строительства и развития проекта будут интегрированы концепции «зеленой открытости», инновационного скоординированного развития и совместного использования, что обеспечит экологичную, безопасную и экономичную эксплуатацию различных городских объектов.

Например, во время сильных дождей или ливней на городских дорогах часто скапливается вода, а загрязняющие вещества могут забивать ливневые канализации, замедляя отвод воды. Засоры в ливневых канализациях препятствуют бесперебойной работе дренажной системы. И наоборот, во время небольшого дождя дождевая вода не может быть отфильтрована или очищена, что приводит к ее прямому накоплению в ливневых канализациях и последующему сбросу в близлежащие водоемы. В обеих этих ситуациях крайне важно внедрить концепцию «города-губки» и построить заглубленные зеленые зоны. Используя отверстия в бордюрах и устанавливая соответствующие переливные ливневые канализации, дождевую воду можно направлять в зеленую зону для беспрепятственного отвода, предотвращая загрязнение и обеспечивая комфортную дорожную среду для жителей города.

При проектировании зеленых зон водосборные колодцы должны быть рационально и научно обоснованно расположены с учетом дорожных условий. Высота водосборных колодцев, как правило, точно контролируется между уровнем зеленой зоны и поверхностью до-

роги, чтобы обеспечить беспрепятственный поток воды во время сбора. Одновременно в водосборные колодцы устанавливаются фильтрующие сетки для базовой фильтрации мусора. Регулярно проводятся проверки для оперативного и тщательного устранения любых засоров, что обеспечивает необходимую поддержку для последующего использования муниципальной дренажной системы. Процесс строительства зеленых зон начинается с работ по подготовке почвы для посадки, за которыми следует укладка гравия и инфильтрационных труб для создания относительно простой системы фильтрации дождевой воды, обеспечивающей эффективную фильтрацию. Затем устанавливается система отвода для транспортировки дождевой воды в муниципальную дренажную систему, предотвращая застой дождевой воды на поверхности дороги.

Соблюдение принципов рельефа местности, охраны окружающей среды и безопасности при выборе маршрута обеспечивает важную концептуальную и теоретическую основу для оптимизации дренажных систем, открывая больше возможностей для оптимизации муниципальных дренажных систем и коренным образом решая проблемы городского водоотведения.

3. Внедрение передовых научных и технических достижений

На фоне непрерывных инноваций и научно-исследовательских разработок в современной науке и технике оптимизация городских муниципальных канализационных систем должна быть сосредоточена на внедрении передовых технологий, таких как BIM. После создания BIM-модели интегрируются различные данные и информация, генерируемые в процессе эксплуатации городской муниципальной канализационной системы, и моделируется и наглядно представляется трехмерная модель ситуации на месте, обеспечивая важную поддержку и уверенность для последующих гидравлических расчетов. На этапе проектирования с использованием технологии BIM трехмерная ситуация и расположение подземных трубопроводов всесторонне представляются, что облегчает понимание работы подземных трубопроводов в режиме реального времени соответствующим персоналом, снижает частоту системных столкновений и способствует оптимизации маршрутов муниципальной канализационной системы. При внедрении технологии BIM в оптимизацию канализационной системы необходимо проанализировать следующие ключевые вопросы: во-первых, создание трехмерной цифровой модели для обеспечения визуализации, активное проведение мероприятий по обнаружению системных столкновений, обеспечение эффективности оптимизации трубопроводов и достижение целей идеального проектирования и планирования трубопроводов. Во-вторых, благодаря поддержке технологии BIM, обеспечивается дальнейшее уточнение инженерных объемов, улучшение координации и рациональности использования материалов и оборудования при оптимизации дренажной системы, а также гарантируется достоверность и точность всех данных и информации.

Кроме того, с помощью современных технологий BIM можно поддерживать в исправном состоянии системы водоснабжения, системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, а также электросистемы. Визуализированная 3D-модель позволяет оперативно выявлять, устранять и решать проблемы и потенциальные опасности, а также исключать негативные последствия различных конфликтов.

После создания интеллектуальной дренажной системы решающее значение в сборе, передаче, обработке данных и анализе решений играет формирование интегрированной системы, охватывающей множество этапов и функций. Одновременно эффективная работа интеллектуальной дренажной системы обеспечивает дистанционный мониторинг и управление, позволяя своевременно вмешиваться и улучшать состояние дренажа, тем самым повышая эффективность использования дождевой воды и повторного использования сточных вод, и постепенно достигая цели рационального использования дренажных ресурсов. Благодаря комплексному мониторингу городских дренажных систем, развитие технологии мониторинга и анализа данных постоянно повышают пропускную способность и скорость реагирования, эффективно предотвращая растрату городских водных ресурсов и снижая вероятность загрязнения городских вод. Поэтому в будущем при строительстве и развитии умных городов крайне важно уделять особое внимание инновациям и технологическому лидерству, активно создавая интеллектуальные и устойчивые муниципальные дренажные системы для всесторонней защиты качества жизни населения.

4. Обеспечить безопасную и стабильную работу муниципальной канализационной системы

Правильное использование строительных ресурсов в дренажных системах может обеспечить безопасность жизни людей и способствовать улучшению качества жизни в городах. В процессе технического управления первостепенной задачей является обеспечение безопасной и стабильной эксплуатации муниципальных дренажных трубопроводов. Необходимое управление и техническое обслуживание трубопроводов напрямую влияют на последующий срок службы и эффективность дренажной системы. В целом, создание и оптимизация технической документации, а также оперативное выявление утечек и дефектов в трубопроводах являются эффективными мерами для надлежащего обслуживания и управления дренажными системами. Для компаний, владеющих дренажными трубопроводами, крайне важно повысить эффективность технического обслуживания и управ-

ления соответствующими дренажными сооружениями, улучшить меры управления и обеспечить качество обслуживания городских дренажных систем в нашей стране. Внедрение усовершенствованных моделей обработки дренажных систем может компенсировать недостатки традиционного управления дренажными трубопроводами, предотвратить дефекты качества, такие как утечки и неправильные соединения трубопроводов, и снизить вероятность заиливания дренажных трубопроводов.

В ходе технического обслуживания канализационных трубопроводов комплексное управление сосредоточено на ключевых компонентах, таких как насосные станции, резервуары для хранения и основные трубопроводы, а также включает в себя обслуживание ответвлений и других сооружений. После завершения проекта соответствующие подразделения, осуществляющие приемку и эксплуатацию, также должны взять на себя ответственность за техническое обслуживание на протяжении всего процесса эксплуатации. Поэтому необходимы строгие проверки качества канализационных трубопроводов. В зависимости от конкретных требований эксплуатации следует проводить своевременные проверки, очистку и дноуглубление канализационных трубопроводов для дальнейшего повышения их эксплуатационной эффективности. Благодаря комплексной проверке и техническому обслуживанию канализационных сооружений и других вспомогательных конструкций обеспечивается надлежащее функционирование системы канализационных трубопроводов, что позволяет достичь оптимальных экономических, экологических и социальных преимуществ.

5. Заключение

В заключение следует отметить, что существующие некачественные городские дренажные системы создают множество проблем. Строительные подразделения муниципалитетов должны уделять этому вопросу достаточно внимания и в полной мере осознавать, что городская канализация является важнейшей частью городского строительства, тесно связанной с производством и жизнью людей. В то же время городские дренажные системы играют значительную роль в загрязнении окружающей среды. Поэтому решение проблем городских дренажных систем должно начинаться с проектирования и строительства муниципальных дренажных систем, интеграции их в процесс городского строительства и планирования, использования современных технологий и сосредоточения внимания на оптимизации городских дренажных систем для создания более благоприятной среды обитания для населения.

Литература:

1. Сун Пэйчжун, У Сюэ. Анализ мер по борьбе с накоплением дождевой воды при проектировании муниципальной дренажной системы [J]. Инженерно-технические исследования, 2022, 7(15): 179–181.
2. Чен Лилан. Краткое обсуждение стратегии оптимизации городской муниципальной дренажной системы [J]. Строительные материалы Цзянси, 2021, (11): 294–295.

Анализ процесса CASS для очистки коммунальных сточных вод и повторного использования очищенной воды

Гу Ченгун, студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В условиях стремительной урбанизации количество жилых районов увеличивается, что приводит к образованию значительных объемов бытовых сточных вод. Прямой сброс этих сточных вод приведет к существенным потерям воды. Для эффективного использования этих сточных вод можно применять процесс непрерывной очистки сточных вод (CASS), используя его преимущества, такие как высокое качество воды, стабильная работа, простота управления и небольшая занимаемая площадь. Поэтому в данной статье рассматривается процесс CASS для очистки бытовых сточных вод и повторного использования очищенной воды, что призвано внести вклад в развитие технологий очистки сточных вод.

Ключевые слова: процесс CASS, коммунальные сточные воды, повторное использование очищенной воды.

Введение

В Китае до сих пор не приняты единые правила очистки сточных вод в жилых районах. Как правило, очистные сооружения с суточной производительностью менее 5000 м³ определяются как малые и средние очистные сооружения. Характеристики сточных вод на таких сооружениях включают большие колебания объема воды, низкую концентрацию загрязняющих веществ, хорошую биоразлагаемость и низкую сложность очистки. В Китае очистка сточных вод в основном осуществляется с помощью септических резервуаров и биологической вторичной очистки [1]. Поскольку объем сточных вод в жилых районах относительно невелик, а сами районы являются жилыми, требования к управлению сточными водами достаточно специфичны. Необходимо применять процесс очистки с низким содержанием осадка, чтобы предотвратить вторичное загрязнение, вызванное неправильной очисткой.

1. Принципы проектирования канализационных систем в жилых районах

Китай обладает обширной территорией, и потребность в очистке сточных вод в разных регионах часто сильно различается. При строительстве очистных сооружений необходимо учитывать требования общего планирования населенного пункта и не нарушать его внешний вид. При выборе технологии очистки сточных вод следует по возможности выбирать простые и практичные технологии. При проектировании высотных сооружений необходимо максимально использовать подземное пространство, чтобы минимизировать воздействие на окружающую среду населенного пункта. При выборе оборудования следует по возможности выбирать модульное оборудование, а его использование должно быть максимально удобным, чтобы снизить степень специализации в эксплуатации оборудования [2]. Очистные сооружения также должны обладать достаточной гидравлической и органической устойчивостью для эффективного противодействия ударным нагрузкам.

2. Процесс CASS для очистки сточных вод коммунальных предприятий.

Процесс CASS разработан на основе процесса SBR. На входе в резервуар устанавливается биологический селектор для эффективного обеспечения непрерывного забора воды и периодического сброса воды. Благодаря установке биологического селектора можно эффективно отбирать флокулирующие бактерии, объем которых составляет около 10 % от объема резервуара для очистки сточных вод. Технологический процесс с использованием биологического селектора следует теории накопления-регенерации осадка, позволяя активному илу работать в стадии эффективной адсорбции, а затем завершить разложение субстрата при низкой нагрузке, тем самым завершая регенерацию осадка [3].

Согласно соответствующим исследованиям, основной причиной вспучивания осадка является чрезмерное размножение нитевидных бактерий. Благодаря большей площади поверхности, нитевидные бактерии лучше поглощают загрязняющие вещества в более низких концентрациях. Однако, поскольку нитевидные бактерии растут медленно, флокулирующие бактерии имеют более высокую удельную скорость размножения. Они могут избирательно культивировать флокулирующие бактерии, используя субстрат в качестве движущей силы, что делает их доминирующими бактериями в аэрационном резервуаре. Поэтому биологический селектор в резервуаре CASS должен быть спроектирован соответствующим образом, чтобы эффективно подавлять рост нитевидных бактерий, предотвращать вспучивание осадка и дополнительно повышать стабильность работы системы.

По сравнению с традиционными процессами обработки осадка, процесс CASS имеет следующие преимущества:

1) Снижение строительных затрат. При строительстве этой системы эффективно экономятся отстойники, вторичные отстойники и оборудование для возврата осадка, что позволяет сэкономить около 30 % строительных затрат. Также используется меньшее количество производственных площадей, в основном это резервуары для сбора

воды, отстойники, аэрационные резервуары CASS и резервуары для осадка, что позволяет сэкономить около 35 % земельной площади.

2) Эффективно экономит эксплуатационные расходы. Поскольку аэрация проводится периодически и с перерывами, концентрация растворенного кислорода в резервуаре постоянно меняется. В начале аэрации, благодаря большому градиенту концентрации кислорода, эффективность переноса высока, что приводит к значительной экономии энергии и эффективному снижению эксплуатационных расходов примерно на 20 %.

3) Он обладает высокой степенью удаления органических веществ, что дополнительно улучшает качество воды [4].

4) Оборудование просто в управлении, работает надежно и снижает вероятность вспучивания осадка. Поскольку этот процесс требует минимального количества оборудования и сооружений, а вся система управления относительно проста, он эффективно повышает надежность работы оборудования.

Выбор метода аэрации: В большинстве жилых комплексов жители предъявляют высокие требования к качеству окружающей среды, поэтому необходимо в полной мере учитывать такие факторы, как шум и запах во время работы оборудования. Для эффективного снижения уровня шума вместо воздуходувок можно использовать аэраторы. Кроме того, благодаря уникальной природе процесса CASS, использование подводных аэраторов позволяет эффективно исключить необходимость в прокладке трубопроводов и установке клапанов. Оборудование также более гибко в использовании; количество работающих аэраторов можно выбирать в соответствии с потребностями очистки сточных вод для обеспечения оптимальной производительности.

Выбор метода декантирования: Декантер является важнейшим компонентом процесса CASS, и его стабильность и надежность напрямую влияют на нормальную работу процесса CASS. Исследования декантеров продолжаются, и на основе принципов их работы их можно разделить на поплавковые, роторные и сифонные. При выборе декантера важно правильно управлять динамическим балансом между выходным патрубком, подъемным устройством и потоком воды. Глубина плавающего водослива должна регулироваться в соответствии с различными потребностями в дренаже, чтобы избежать помех для донного осадка и эффективно повысить стабильность сточных вод.

Власти могут выбрать роторный декантер, состоящий из устройства для декантации, приводного двигателя, поплавка для сбора пены и поворотного подшипника. Устройство для декантации, также известное как автоматический плавающий водослив, эффективно предотвращает попадание пены в выходную трубу. Нижняя выходная труба обеспечивает надежную опору, а ее часть погружена в воду. Надосадочная жидкость из реакционного резервуара может быть слита путем нажатия на стер-

жень. Устройство работает достаточно плавно, обеспечивает равномерный слив воды и имеет разумную цену.

3. Процесс CASS для повторного использования сточных вод

НКитай — страна с относительно ограниченными водными ресурсами: запасы воды на душу населения составляют лишь четверть от среднемирового показателя. Дефицит воды особенно остро ощущается в китайских городах; Пекин — яркий тому пример: запасы воды на душу населения составляют лишь одну шестую от среднего показателя по Китаю. Из-за острой нехватки воды цены на городскую воду постоянно растут. Для эффективного решения этой проблемы можно очищать сточные воды из жилых районов и использовать их для озеленения, уборки туалетов, мойки автомобилей и общей санитарии, что принесет значительные экономические и социальные выгоды.

В настоящее время многие жилые комплексы в Китае начали внедрять процесс CASS, который обеспечивает относительно стабильное качество воды. По сравнению с традиционными технологиями биологической очистки, качество воды, получаемой с помощью этого процесса, в большей степени соответствует соответствующим китайским стандартам качества воды. После дополнительной фильтрации и дезинфекции ее можно использовать непосредственно в качестве сточных вод.

Мембранная технология разделения — это перспективная технология разделения материалов, использующая давление в качестве движущей силы. Значение давления относительно стабильно и не изменяется при колебаниях внешней температуры. Она также обладает такими преимуществами, как энергосбережение, непрерывная работа и простота автоматизации. Для эффективного применения этой технологии в процессах CASS был разработан новый тип фильтрующей мембраны. Эта мембрана отличается высокой пропускной способностью, длительным сроком службы и высокой устойчивостью к загрязнению, демонстрируя отличные перспективы применения в машиностроении. Сточные воды в жилых районах часто содержат большое количество патогенных бактерий, что требует дезинфекции для безопасного использования. Дезинфекция обычно проводится перед мембранной фильтрацией. Для больших объемов сточных вод обработка осадка обычно включает концентрирование с последующим обезвоживанием. Если количество образующегося осадка невелико, его можно захоронить на полигоне с помощью автоцистерн для сточных вод.

Процесс очистки сточных вод CASS для всего населенного пункта должен соответствовать следующим требованиям:

1) Надежность. Любое оборудование может быть введено в эксплуатацию только в том случае, если гарантирована его надежная работа. Надежность — важнейший показатель.

2) Безопасность. Вся система должна быть свободна от угроз безопасности во время работы, а различные неисправности должны выявляться и устраняться своевременно, чтобы избежать несчастных случаев, вызванных неисправностями.

3) Работа в реальном времени. Любая система может быть применена в инженерных проектах только в том случае, если она соответствует требованиям к работе в реальном времени. Вся система должна динамически корректировать процесс очистки на основе изменений различных параметров очищаемых сточных вод в населенном пункте, максимизируя эффективность очистки. Одновременно должна использоваться система автоматического управления с применением ПЛК для мониторинга и управления базовым оборудованием. На основе сигналов от различных датчиков система может понимать текущую рабочую среду и конкретное рабочее состояние оборудования. Если текущее рабочее состояние оборудования не соответствует фактическим потребностям очистки сточных вод, автоматически активируется внутренний алгоритм автоматического управления, динамически корректирующий различные параметры процесса до тех пор, пока они не будут отрегулированы до подходящего диапазона для удовлетворения фактических потребностей очистки сточных вод. Кроме того, система должна обладать возможностями обнаружения неисправностей оборудования. При обнаружении неисправности ин-

формация о неисправности автоматически передается на главный компьютер всей системы очистки сточных вод по сети передачи данных, что позволяет персоналу, управляющему системой очистки сточных вод в населенном пункте, оперативно устранить неисправность. Для обеспечения понимания персоналом, ответственным за управление системой, фактического рабочего состояния всей системы очистки сточных вод, система также будет оперативно загружать на главный компьютер различные параметры процесса, генерируемые во время работы системы, что позволит персоналу эффективно отслеживать текущее рабочее состояние системы и своевременно вносить корректировки в процесс.

4. Заключение

Поскольку Китай продолжает повышать требования к охране окружающей среды, энергосбережению и сокращению выбросов, жилые комплексы должны рассмотреть возможность эффективного применения процесса очистки сточных вод CASS для повышения коэффициента повторного использования сточных вод в сообществе. Эти сточные воды могут быть повторно использованы для таких целей, как озеленение, мытье автомобилей и дорог, тем самым способствуя созданию современного сообщества и повышению его текущей и будущей конкурентоспособности.

Литература:

1. 张志, 康壮武, 陈松明, 等. 院校中水回用系统建设的可行性分析与建议 [J]. 工程建设与设计, 2007 (12) : 11-12.
2. 侯瑞波, 陈晔. 中水回用的处理工艺 [J]. 建筑技术开发, 2002 (10) : 25- 26.
3. 葛凯强. 我国城市中水回用的研究现状 [J]. 民营科技, 2018 (9) : 33- 34.
4. 李婧. 浅谈内河港口中水回用系统技术要点 [J]. 四川水泥, 2016 (6) : 17- 18.

Выявление запаса прочности по диаграмме несущей способности узла без учета аппроксимирования с использованием программного комплекса IDEASTatiCa

Коженков Антон Алексеевич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассмотрен расчёт шарнирного фланцевого узла в программном комплексе IDEASTatiCa, рассмотрено построение диаграммы и кривой несущей способности узла, сделаны выводы о запасах несущей способности узла.

Ключевые слова: IDEASTatiCa, шарнирный узел, диаграмма несущей способности, кривая несущей способности, расчётная 3D-модель.

Введение

В практике проектирования стальных конструкций, в частности узловых соединений, часто используются альбомы заранее подготовленных решений по тем или иным вариациям соединений. Это неудивительно, так как данный подход может сильно сэкономить время проектирования. В основу всех таких альбомов заложены значения предельных состояний, которые и помогают быстро, не проводя расчетов, принять решение о конструкции узла сопряжения стальных конструкций. Зачастую эти предельные значения сведены в таблицы или же описаны графически линейными диаграммами, подход в оформлении которых заключается в следующем:

- Определяются предельные усилия, при которых конструкция достигает того или иного предельного состояния.
- Значения предельных состояний соединяются прямой линией.

После проведения таких операций и получается область графика, внутри которой любое сочетание усилий сигнализирует о допустимой нагрузке на конструкцию. Данный график приведен на рис. 1.

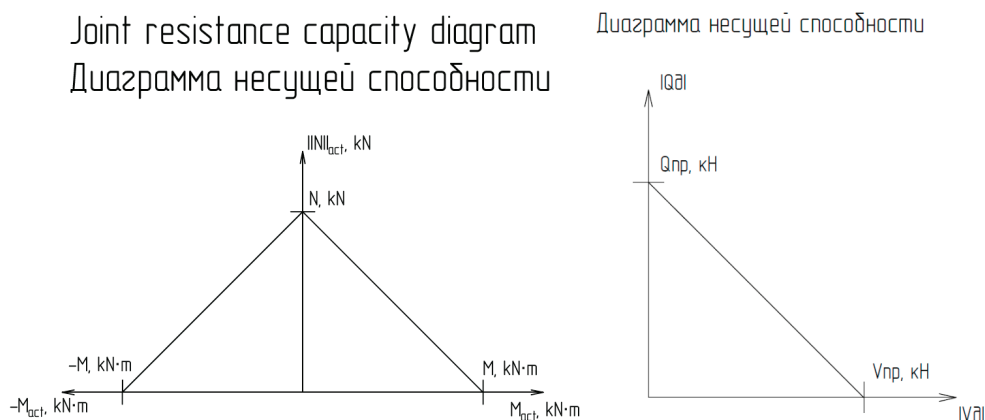


Рис. 1. Пример диаграммы несущей способности узла

Такой подход ведется для основных видов комбинаций усилий, например M-N, M-Q, N-Q, N-V, Q-V:

Где M — изгибающий момент в одной из главных плоскостей;

N — продольное усилие в элементе;

Q — поперечное усилие в одной из главных плоскостей;

V — поперечное усилие в плоскости, перпендикулярной действию усилия Q.

Безусловно, можно сказать, что данные диаграммы являются упрощенными вариантами описания несущей способности. В реальности, ввиду пластичности стали, неидеальной работы элементов и другим факторам, работа узлов вряд ли опишется линейным графиком. Исходя из этого напрашивается вопрос о запасах несущей способности при сравнении упрощенной, линейной диаграммы и реальной кривой несущей способности узла. С помощью программного комплекса IDEASTatiCa можно произвести такое сравнение.

IDEASTatiCa — программное обеспечение для конструирования, расчета и проверки узлов стальных конструкций любой формы и сложности. В основе этой программы лежит уникальный метод конечных элементов для расчета, КМКЭ — компонентный метод, сочетающий точность расчета МКЭ и простоту разбивки модели на компоненты КМ. IDEASTatiCa за счет BIM связи с другими программными обеспечениями для расчетов и моделирования позволяет за короткое время импортировать, рассчитать и проанализировать работу узла в целом, все возможные напряженно-деформированные состояния, а также прочность болтов и сварных швов в соответствии с международными и РФ нормами.

Для вычисления запаса несущей способности при описании её разными способами, зададимся любым узлом, например, фланцевым, шарнирным узлом сопряжения двутавровой балки и колонны. 3d модель данного узла в программном комплексе IDEASTatiCa приведена на рисунке 2.

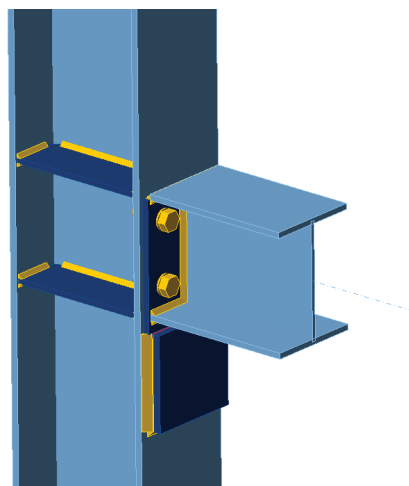
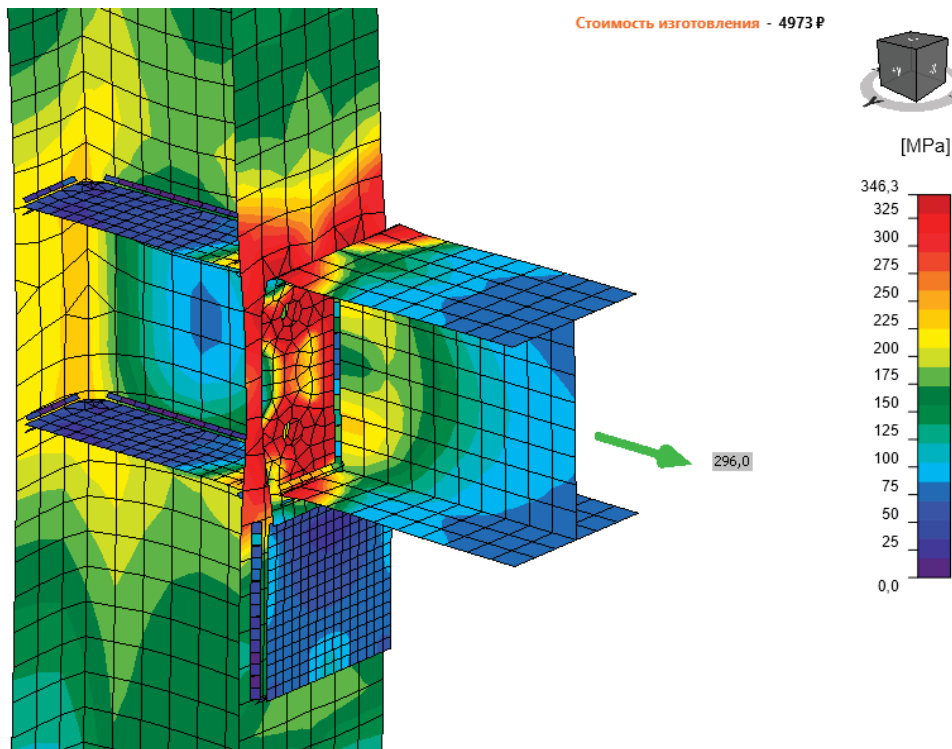


Рис. 2. Модель фланцевого узла в программном комплексе IDEASTatiCa

Проведя расчеты были выявлены предельные состояния при комбинации усилий N-Q, представленные на рисунке 3. Значения составили:

- Продольное усилие (N) — 296 кН.
- Поперечное усилие среза (Q) — 142 кН.

Расчёт ✓ 100,0%
Пластины ✓ 0,5 < 0,5%
Болты ✓ 87,2 < 100%
Сварные швы ✓ 100,0 < 100%
Устойчивость 18,22



Расчёт ✓ 100,0%
Пластины ✓ 0,4 < 0,5%
Болты ✓ 86,2 < 100%
Сварные швы ✓ 100,0 < 100%
Устойчивость 16,54

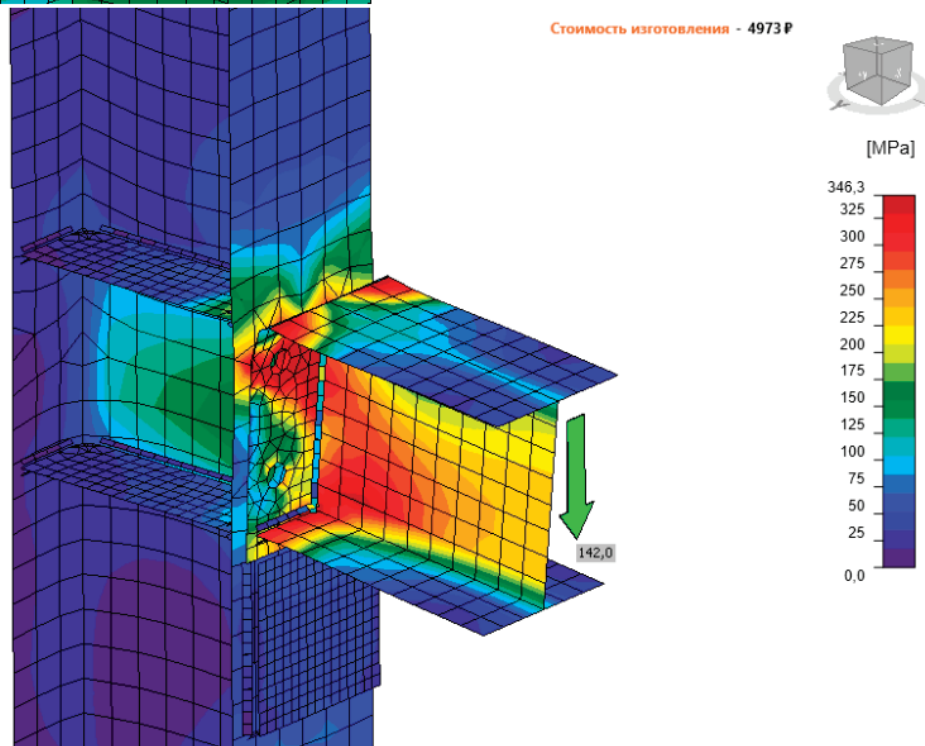


Рис. 3. Вычисление значений предельных состояний узла в программном комплексе IDEASTaCa

Если бы стояла задача построения упрощенной диаграммы несущей способности, на этом расчеты закончились. Усилия можно соединять прямой, после чего и будет образовываться диаграмма, которая и используется в альбомах узлов. Полученная диаграмма представлена на рисунке 4.

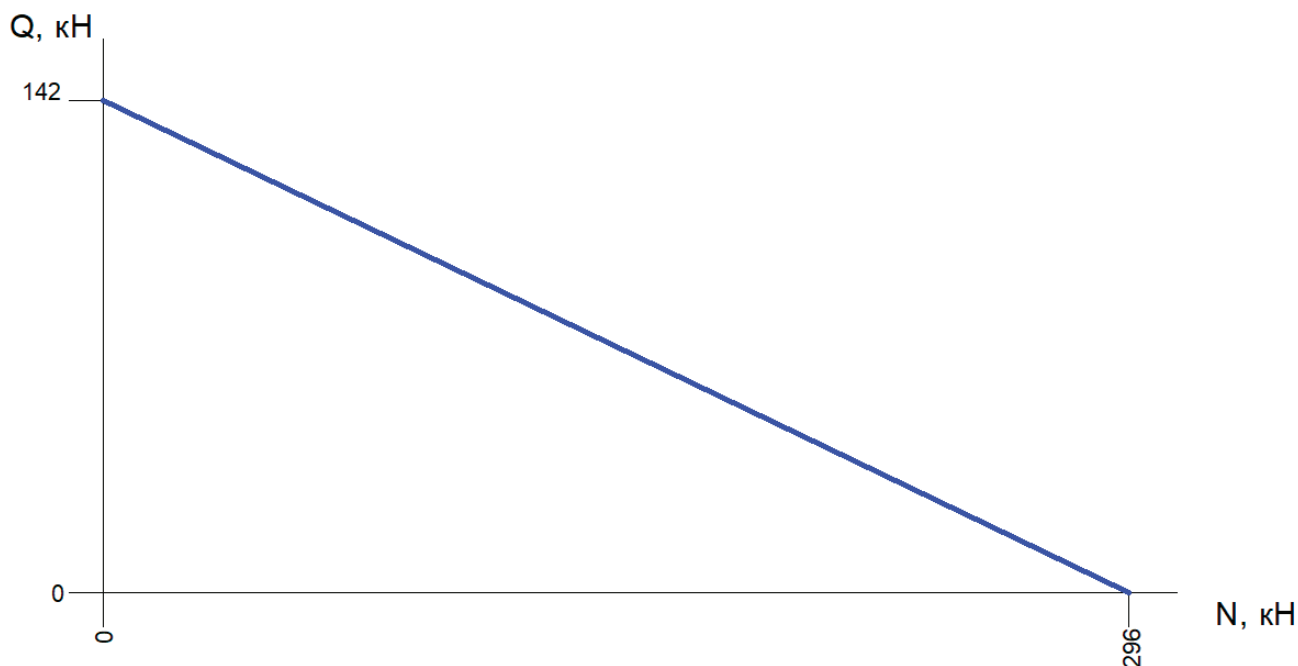


Рис. 4. Упрощенная (аппроксимированная) диаграмма несущей способности узла

Однако для построения реальной кривой несущей способности будет использован следующий принцип:

- С шагом в 10 кН. будет задаваться усилие среза (Q);
- Перебором задаваться продольное усилие (N) до потери несущей способности узла;

По итогам такого перебора получается следующие комбинации, сведенные в таблицу 1. Графическое отображение полученной кривой представлено на рисунке 5.

Таблица 1. Комбинации усилий предельных состояний узла

N, кН	296	293	290	286	282	277	270	260	241
Q, кН	0	10	20	30	40	50	60	70	80
N, кН	221	196	160	121	80	40	0		
Q, кН	90	100	110	120	130	140	142		

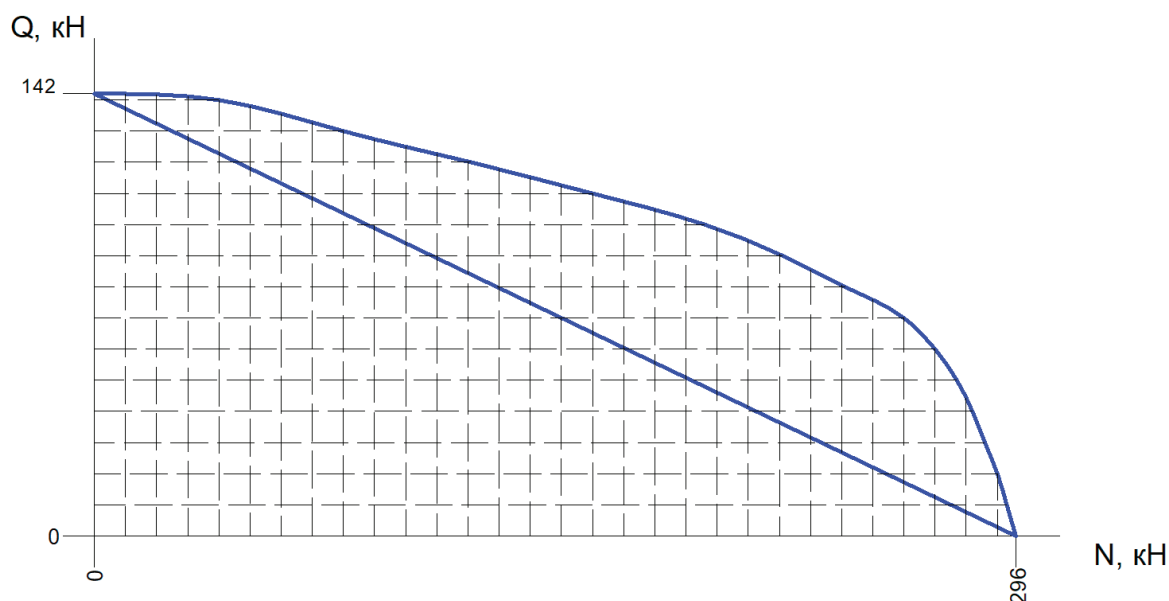


Рис. 5. Реальная кривая несущей способности узла в сравнении с аппроксимированной диаграммой

Как видно из сравнения реальной кривой несущей способности узла с линейной (аппроксимированной) диаграммой возникает существенная зона распределения возможных комбинаций усилий, которые заданный узел сможет понести без потери несущей способности. Стоит вычислить, какой объем в процентах будет не учтен при таком упрощении кривой несущей способности. Для этого из начала координат графика пустим отрезки с шагом в 10°, которые будут пересекать линейную диаграмму и реальную кривую, после чего и будет вычисляться запас несущей способности. Результаты таких расчетов сведены в таблицу 2, графическое отображение расчета представлено на рисунке 6.

Таблица 2. Вычисление запаса несущей способности

	Номер участка							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Запас н. с., %	8,17	14,17	17,97	22,5	28,11	35,92	37,81	28,28

$$\frac{10,8597}{132,9426} * 100 = 8,17 \%$$

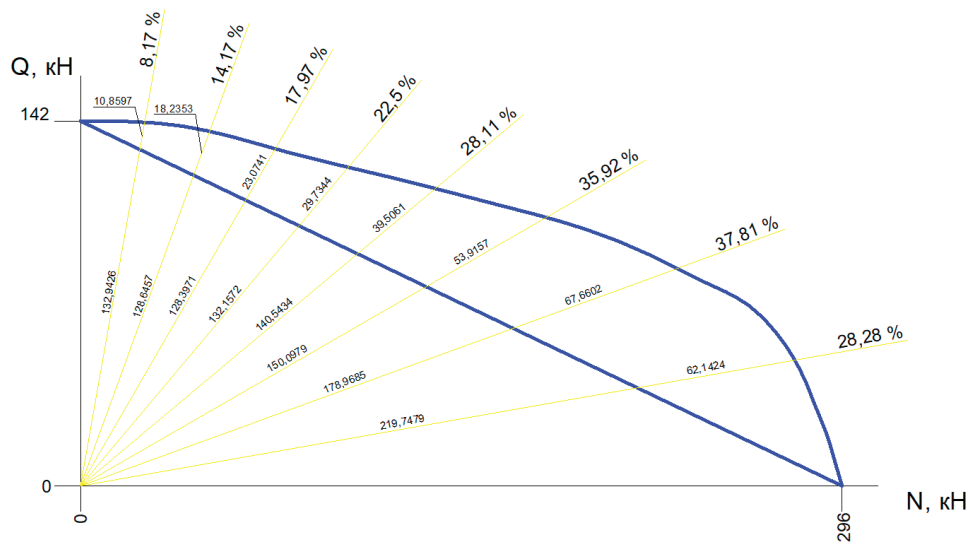


Рис. 6. Выявление запаса несущей способности узла

По итогам расчета получается, что запас может достигать практически 38 % от заявленной, что является существенным показателем. Можно также сравнить и площади, описываемые графиками, чтобы вычислить полную область запаса несущей способности. Результат такого сравнение приведен на рисунке 7.

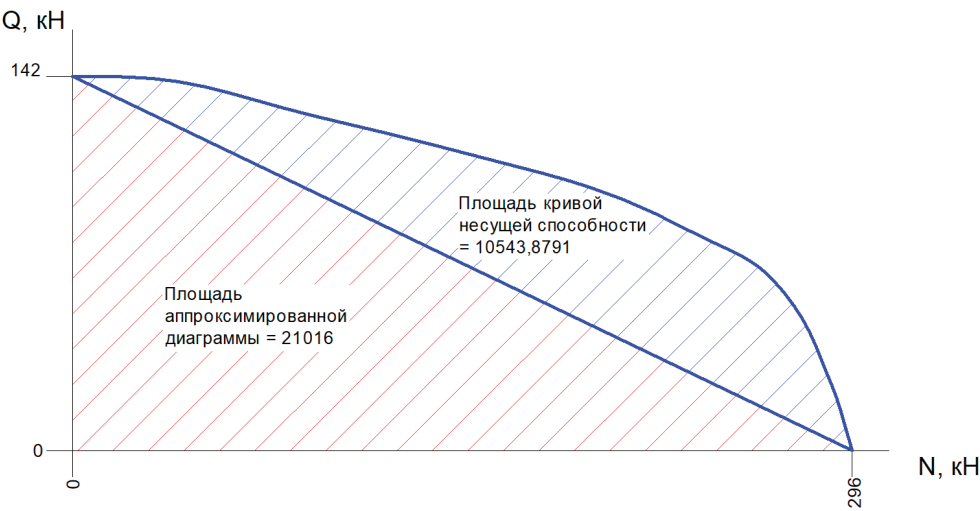


Рис. 7. Сравнение площадей, описываемых графиками

После вычисления площадей, описываемых графиками, можно вычислить общий запас несущей способности, который будет равен:

$$\frac{10543,8791}{21016} * 100 = 50,17 \%$$

Как показывает практика, зачастую, если комбинация усилий, действующая на узел, попадает за пределы диаграммы несущей способности, указанной по альбому проектирования, такой узел перестает рассматриваться как вариант крепления конструкций. Однако, как показали данные расчеты, такой подход ведет к переизбытку несущей способности и нерациональному проектированию. Не учет практически половины дополнительной зоны распределения усилий при проектировании узлов просто недопустим.

Выводы

- Программный комплекс IDEASTaCa стоит использовать для дополнительной проверки при проектировании узлов стальных конструкций.
- Использование линейных (аппроксимированных) диаграмм несущей способности узлов стальных конструкций может привести к переизбытку несущей способности;
- При проектировании альбомов узлов стальных конструкций рекомендуется использовать реальные кривые несущей способности.

Литература:

1. Белый Г. И. Развитие методов расчета стержневых элементов стальных конструкций при многопараметрическом нагружении.
2. Берхман Е. Ю. Анализ предельных состояний узлов стальных конструкций при комплексном нагружении.
3. Расчет узлов стальных конструкций компонентным методом конечных элементов: <https://www.cadmater.ru>

Влияние водопоглощения керамзитового песка на технологические свойства смесей для строительной 3D-печати

Лосев Кирилл Александрович, студент
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассмотрено влияние водопоглощения керамзитового песка на технологические свойства смесей для строительной 3D-печати. Показано, что пористый заполнитель изменяет водный режим цементной системы, влияя на водопотребность, распыл конуса, вязкость, связность и формоустойчивость. Установлено, что учет водопоглощения должен выполняться на стадии проектирования состава, так как как недостаток, так и избыток свободной воды ухудшают пригодность материала к послойному формованию.

Ключевые слова: керамзитовый песок, водопоглощение, строительная 3D-печать, легкие смеси, распыл конуса, экструдированность, формоустойчивость.

Введение

Строительная 3D-печать является перспективным направлением развития аддитивных технологий в строительстве. Ее сущность заключается в послойном нанесении строительной смеси по цифровой модели без применения традиционной опалубки. Качество печати определяется не только параметрами оборудования, но и свойствами смеси, подаваемой через сопло [1, 2].

Смеси для строительной 3D-печати должны обладать противоречивым комплексом свойств: быть подвижными

при подаче и одновременно сохранять форму после выхода из сопла. Поэтому оценка таких материалов только по прочности после твердения или общему показателю удобоукладываемости является недостаточной.

Перспективным направлением является применение легких смесей на пористых заполнителях, в том числе на керамзитовом песке. Такой заполнитель снижает среднюю плотность материала, но из-за пористой структуры поглощает часть воды затворения. В результате изменяются распыл, вязкость, связность и сохраняемость свойств смеси во времени [3, 4]. Целью статьи является анализ влияния

водопоглощения керамзитового песка на технологические свойства смесей для строительной 3D-печати.

Материалы и методы

В качестве объекта рассмотрения приняты цементные смеси для строительной 3D-печати с керамзитовым песком в качестве мелкого пористого заполнителя. Работа носит обзорно-аналитический характер и не привязана к конкретным экспериментальным составам. Рассматривались требования к материалам для аддитивного строительного производства, методы испытаний пористых заполнителей и положения технологии легких бетонов [1–4].

Основное внимание уделялось свежему состоянию смеси. В качестве ключевых показателей рассматривались водопотребность, расплыв конуса, вязкость, растяжимость, связность, нерасслаиваемость и формоустойчивость. Водопоглощение керамзитового песка понималось как способность заполнителя удерживать воду в открытых и частично доступных порах. Поэтому при подборе состава важно учитывать не только общий расход воды, но и количество воды, фактически доступной для формирования подвижности цементного теста.

Результаты и обсуждение

Водопоглощение керамзитового песка влияет на смесь прежде всего через изменение количества свободной воды. Если значительная часть воды поглощается пористыми зернами, смесь становится более жесткой, хуже растекается и требует большего усилия для прохождения через сопло. Это может привести к снижению расплыва конуса, росту вязкости и нарушению непрерывности подачи. Для строительной 3D-печати такие изменения особенно важны, поскольку нестабильная экструзия вызывает дефекты слоя.

Однако простое увеличение расхода воды не всегда является рациональным решением. Избыток воды повышает подвижность, но одновременно снижает структурную прочность свежей смеси. В результате слой после укладки может оплывать, терять проектную ширину и высоту, а также хуже воспринимать нагрузку от последующих слоев. Следовательно, при использовании керамзитового песка необходимо обеспечивать баланс между экструдируемостью и формоустойчивостью.

Расплыв конуса является удобным показателем первичной оценки технологичности смеси, но для 3D-печати он должен рассматриваться совместно с устойчивостью слоя. Слишком малый расплыв указывает на затрудненную подачу, а чрезмерный расплыв — на недостаточную способность материала сохранять форму. Во-

допоглощение керамзитового песка усиливает это противоречие, поскольку фактическое количество свободной воды может изменяться уже после приготовления смеси.

Растяжимость и связность также зависят от водного режима. При прохождении через сопло смесь испытывает деформации, поэтому она должна сохранять сплошность. Недостаток свободной воды ухудшает обволакивание зерен цементным тестом и повышает вероятность трещин или разрывов. Избыток воды, напротив, делает смесь менее устойчивой и способствует оплыванию уложенного слоя.

Для регулирования свойств смесей на керамзитовом песке применяются различные технологические приемы. Их выбор зависит от требуемого режима печати, времени транспортирования и особенностей оборудования.

Наиболее рациональным является комплексный подход, при котором водопоглощение заполнителя учитывается до назначения окончательного расхода воды. Предварительное увлажнение позволяет уменьшить изменение консистенции во времени, но усложняет процесс приготовления. Корректировка расхода воды проще, однако она должна сопровождаться контролем расплыва, связности и формоустойчивости. Применение пластифицирующих добавок позволяет повысить подвижность без чрезмерного увеличения водоцементного отношения, но требует проверки совместимости с цементом и заполнителем.

Заключение

На основании выполненного анализа можно сделать следующие выводы.

1. Водопоглощение керамзитового песка существенно влияет на технологические свойства смесей для строительной 3D-печати, так как изменяет количество свободной воды в цементной системе.
2. Повышенное водопоглощение может снижать расплыв конуса, увеличивать вязкость и затруднять прохождение смеси через печатающее сопло.
3. Избыточная компенсация водопоглощения увеличением расхода воды может привести к снижению формоустойчивости, оплыванию слоя и ухудшению геометрической стабильности печатного элемента.
4. При проектировании легких смесей на керамзитовом песке необходимо учитывать не только подвижность, но и связность, растяжимость, сохраняемость свойств и способность слоя воспринимать нагрузку от последующих слоев.
5. Рациональный состав должен обеспечивать баланс между экструдируемостью и формоустойчивостью, поэтому водопоглощение керамзитового песка следует рассматривать как один из основных параметров подбора смеси.

Литература:

1. ГОСТ Р 59096–2020. Материалы для аддитивного строительного производства. Методы испытаний.
2. ГОСТ Р 59097–2020. Материалы для аддитивного строительного производства. Технические требования.

3. ГОСТ 9758–2012. Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний.
4. ГОСТ 25820–2021. Бетоны легкие. Технические условия.
5. Иноземцев А. С. Современная теория и практика технологии бетонов для 3D-печати в строительстве // Вестник МГСУ. 2024. Т. 19. Вып. 2. С. 216–245.

Актуализация и усовершенствование методов геодезического сопровождения строительства. Автоматизация процесса подготовки исполнительной геодезической документации

Лузянин Евгений Владимирович, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматривается проблема отсутствия единых шаблонов исполнительной геодезической документации в строительстве, приводящая к задержкам, дополнительным затратам и срыву графиков. Предлагается решение — автоматизация подготовки документов на основе утверждённых шаблонов по ГОСТ Р 518722024. Анализируются преимущества внедрения таких решений для повышения эффективности строительного процесса.

Ключевые слова: строительство, геодезия, исполнительная документация, автоматизация, AutoCAD, ГОСТ Р 518722024, СП 126.13330.2017, СП 471.1325800.2019.

Строительная отрасль — ключевой драйвер экономического развития страны. Широкий спектр направлений строительства (промышленного, гражданского) требует огромного документооборота, что влечёт значительные материальнотехнические и трудовые затраты.

Основой любого строительного проекта является грамотное геодезическое сопровождение. В зависимости от специфики объекта применяются различные методы — от классических (с использованием теодолитов, нивелиров, тахеометров) до современных (со сканерами, тепловизорами, FPV-дронами и GPS-технологиями).

Важнейший элемент геодезического сопровождения — своевременная подготовка исполнительной документации, включающей исполнительные схемы на различные виды выполненных работ. Однако на практике этот процесс сталкивается с проблемами отсутствия единых стандартов. Действующий перечень геодезической исполнительной документации (формируемой на основе информационных моделей) закреплён в:

- СП 126.13330.2017 (п. В.9);
- СП 471.1325800.2019 (прил. Д).

Основной инструмент для создания исполнительных схем — AutoCAD. При этом отсутствие проработанных и утверждённых шаблонов документации приводит к следующим проблемам:

- 1. Разночтения в оформлении и содержании документов.** Разные исполнители трактуют требования по своему, что вызывает замечания при согласовании.
- 2. Задержки при приёме.** На устранение замечаний и доработку документации уходит дополнительное время.
- 3. Рост затрат.** Переделки, повторные измерения, привлечение дополнительных специалистов увеличивают материальнотехнические, финансовые и трудовые расходы.

4. Срыв графиков строительства. Задержки в согласовании документации напрямую влияют на сроки реализации проекта.

Эти проблемы особенно остро проявляются на крупных и сложных объектах, где объём исполнительной документации исчисляется сотнями листов.

Решение: автоматизация на основе утверждённых шаблонов

Оптимальное решение обозначенных проблем — внедрение автоматизированной подготовки исполнительной геодезической документации с использованием готовых шаблонов, составленных в соответствии с ГОСТ Р 518722024.

Такой подход предполагает:

- разработку библиотеки унифицированных шаблонов исполнительных схем для различных видов работ (разбивка осей, фундаменты, монолитные конструкции и т.д.);
- интеграцию шаблонов в основную программную среду проектирования (AutoCAD);
- создание алгоритмов автоматического заполнения полей на основе данных полевых измерений;
- формирование отчётов и ведомостей в едином формате.

Преимущества автоматизации

Внедрение автоматизированной системы подготовки исполнительной геодезической документации даёт следующие преимущества:

- 1. Сокращение сроков выпуска документации.** Использование готовых шаблонов позволяет сократить

время подготовки документов в 3–5 раз. Например, оформление исполнительной схемы фундамента может уменьшиться с 3 часов до 30–40 минут.

2. Снижение трудозатрат. Минимизация ручного ввода данных и исключение переделок освобождает ресурсы геодезистов для выполнения других задач.

3. Повышение точности и единообразия. Стандартизированные шаблоны исключают разночтения и гарантируют соответствие требованиям нормативных документов.

4. Упрощение согласования. Документы, оформленные по единым правилам, принимаются без замечаний, что ускоряет процесс приёмки.

5. Оптимизация затрат. Снижение трудоёмкости и исключение переделок сокращает материальнотехнические и финансовые расходы на 15–25 %.

6. Минимизация человеческого фактора. Автоматическое заполнение полей снижает вероятность ошибок, связанных с ручным вводом данных.

Перспективы внедрения

Масштабное внедрение автоматизированных решений в области подготовки исполнительной геодезической документации возможно:

- ускорить реализацию строительных проектов за счёт сокращения сроков согласования;
- повысить качество строительства благодаря точности геодезических данных;
- снизить себестоимость объектов за счёт оптимизации затрат на геодезическое сопровождение;
- создать единую информационную среду для всех участников строительного процесса.

Заключение

Отсутствие единых шаблонов исполнительной геодезической документации остаётся серьёзной проблемой строительной отрасли, ведущей к дополнительным затратам и задержкам. Внедрение автоматизированных систем подготовки документов на основе утверждённых шаблонов (в соответствии с ГОСТ Р 518722024) — эффективный путь решения этой проблемы.

Автоматизация не только оптимизирует процесс оформления документации, но и повышает общую эффективность строительного производства, способствуя развитию отрасли в целом. Дальнейшие исследования в этой области могут быть направлены на интеграцию автоматизированных геодезических решений с BIM-технологиями для создания комплексных цифровых моделей объектов.

Литература:

1. СП 126.13330.2017 «Геодезические работы в строительстве».
2. СП 471.1325800.2019 «Информационное моделирование в строительстве. Контроль качества производства строительных и монтажных работ».
3. ГОСТ Р 518722024 «Документация исполнительная геодезическая. Правила выполнения».

Графика в юбилейной корпоративной книге: приёмы и стили в формировании брендового нарратива

Мельник Ангелина Андреевна, студент
Сургутский государственный педагогический университет

В статье рассматривается роль графических компонентов юбилейного корпоративного издания в формировании визуальной коммуникации с целевой аудиторией и трансляции брендового нарратива. Анализируются ключевые графические приёмы и стили, напрямую влияющие на восприятие образа бренда. Исследование выявляет создание целостного образа компании, её ценностей и миссии посредством использования визуальных решений дизайна.

Ключевые слова: корпоративное издание, книга, графический дизайн, стиль, бренд.

В условиях современной информационной экономики, характеризующейся высокой конкуренцией за внимание потребителя, компании вынуждены искать всё более эффективные каналы коммуникации с целевой аудиторией собственного бренда. Одним из таких инструментов, сочетающих в себе информационную, имиджевую и маркетинговую функции, является юбилейное

корпоративное издание. При изучении роли графического дизайна в корпоративной книге необходимо выяснить, что из себя представляет такой вид продукции. В своём исследовании Е. К. Булатова даёт данному типу книжной продукции такое определение: «корпоративное издание, содержащее сведения об организации в историческом контексте, призванное аккумулировать, обобщить

и сохранить их в информационном пространстве, представить организацию во внешней среде» [1, с. 135]. Так, данный полиграфический продукт призван описать полноценную историю определённой организации, сформировать образ у читателя и транслировать ценностную составляющую. Многообразие типов данных книг имеет специфические требования к визуальному решению, определяемые целевой аудиторией и поставленными задачами. Следовательно, графика перестаёт быть простым декоративным элементом, а становится стратегической особенностью, формирующей брендовый нарратив.

В свою очередь, графическое наполнение корпоративного издания не является исключительно разрозненным набором частей, а подчиняется общему замыслу и решению конкретных целей. Поэтому, в ходе исследования, были выделены определённые приёмы, в которые входят: инфографика и визуализация данных, фотографический и иллюстративный материал, типографика и композиционная структура. Во-первых, такой вид корпоративных книг, как юбилейные или мемориальные, имеют большой объём цифровых данных, который необходимо преобразовать в понятные визуальные схемы. Как утверждают В. В. Зотов и О. И. Молчанова, инфографика «позволяет перевести сложные или абстрактные данные в наглядную и понятную форму, используя графики, диаграммы, иллюстрации и другие элементы, но и все более активно начинает применяться компаниями для продвижения своего продукта, для формирования или улучшения имиджа компании или бренда за счет трансляции привлекательной и запоминающейся информации» [2, с. 84]. Так, финансовые показатели, этапы развития фирмы и географические сведения должны качественно описываться через грамотный дизайн информации, чтобы зритель смог увидеть взаимосвязанные элементы бренда. Во-вторых, фотография служит одним из главных инструментов для создания эмоциональной связи с аудиторией. В основном используется постановочная фотосессия, где присутствует идеализированное изображение сотрудников в производственных процессах, создаваемая продукция и рабочие места. В данном случае, транслируется успех, стабильность и контроль внутри организации. Несмотря на это, существует репортажная фотосессия, где показываются неидеальные, но живые снимки работников, производства в целом и различные корпоративные мероприятия. Так, В. А. Иванченко при изучении данного материала в книжных изданиях подчеркивает, что фотография «пользуется большим спросом у аудитории, но и гарантирует наиболее успешную передачу информации в условиях постоянно растущих информационных потоков, а кроме того, компенсирует условные недостатки чисто текстовой коммуникации» [3, с. 382]. Наравне с этим, иллюстрация позволяет объяснить сложные абстрактные концепции с помощью визуализации миссии и ценностей компании. Тем самым, она делает бренд узнаваемым и выделяет его на фоне конкурентов в той же области, которые используют исключительно фотографиче-

ский контент. Также, иллюстрация задаёт определённую атмосферу книги, в зависимости от предпочтений руководства, используя футуристичную стилистику или руковорную. В-третьих, текст является не только носителем информации, но и графическим элементом, влияющим на ритм повествования и расстановку акцентов при помощи модульной сетки, шрифтовых решений и размера кегля. По словам Ф. Ш. У. Мамирова «важными аспектами являются как читаемость, так и эстетическая привлекательность, а также соответствие стилю бренда» [4, с. 657]. Так, выбор в пользу крупной и акцидентной типографики передаёт уверенность и масштаб, в то время как сдержанная и классическая показывает надёжность и преемственность традициям.

Однако, перечисленные приёмы формируют общий визуальный стиль корпоративной книги, который должен быть связан с позиционированием бренда на рынке. Поэтому, существуют некоторые стилистические решения: минимализм, документализм, инфографический и художественный. Минимализм, в свою очередь, характеризуется большим количеством пустого пространства, строгой модульной сеткой, ограниченной цветовой палитрой и акцентными решениями на типографике. Данный стиль часто выбирают технологические компании, бюро с архитектурным сектором или бренды премиум-сегмента, так как он транслирует идеи точности, современности и высокого качества. Документализм составляет основную часть с помощью репортажных фотографий, газетных или журнальных разворотов, для того чтобы подчеркнуть историческую справку и социальную ориентированность на людей. Описанный стиль зачастую используется разнообразными промышленными предприятиями, научными фирмами и компаниями с большим количеством событий в развитии фирмы. Инфографический вид строится вокруг статистик, чисел, схем, диаграмм и тому подобное, для структурного рассказа. Такой подход используют финансовые и IT-компании, чтобы продемонстрировать собственную экспертность и аналитическое направление. Наконец, художественный стиль использует авторские иллюстрации, коллажи вместе с абстрактными графическими формами и экспрессивной вёрсткой. Это подходит для креативных студий и брендов дизайнерского спектра, стремящихся подчеркнуть инновационное и нестандартное мышление определённых вещей. Тем самым, по мнению Т. М. Намакинова, разнообразные стилистические приёмы означают «отражение ценностей и идентичности бренда: дизайн помогает передать уникальность и ценности бренда» [5, с. 20]. То есть, выбранный визуальный стиль напрямую помогает повлиять на потенциального клиента посредством графических решений и выявить у потребителя образ, ассоциирующийся с конкретным брендом.

Следовательно, проведённый анализ графических приёмов и стилистических решений, позволяет сделать вывод о том, что данные составляющие дизайна играют важную роль в стратегической направленности комму-

никации определённой компании с целевой аудиторией. Грамотное использование единой стилистически объединённой системы, включающей в себя инфографику, фото-

графию, иллюстрацию и типографику позволяют как донести основной посыл информации, так и сформировать эмоциональную связь с брендом.

Литература:

1. Булатова, Е. К. Типология корпоративных изданий / Булатова, Е. К. — Текст: электронный // Текст. Книга. Книгоиздание. — 2023. — № 32. — С. 130–145. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tipologiya-korporativnyh-izdaniy> (дата обращения: 13.05.2026).
2. Зотов, В. В. Инфографика как инструмент презентации организации в медиaproстранстве / В. В. Зотов, О. И. Молчанова. — Текст: электронный // Цифровая социология. — 2024. — № 3. — С. 80–90. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/infografika-kak-instrument-prezentatsii-organizatsii-v-mediaprostranstve> (дата обращения: 13.05.2026).
3. Иванченко, В. А. Фотоиллюстрации в корпоративной прессе / В. А. Иванченко. — Текст: электронный // Слово. Словесность. Словесник. — 2022. — С. 381–383. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48797348> (дата обращения: 13.05.2026). — Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
4. Мамиров Ф. Ш. Типографика в современном дизайне: как правильно сочетать шрифты? / Фаррух Шароф Угли Мамиров. — Текст: электронный // Вестник науки. — 2025. — № 2 (83). — С. 648–660. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tipografika-v-sovremennom-dizayne-kak-pravilno-sochetat-shrifty> (дата обращения: 13.05.2026).
5. Намакинов, Т. М. Стилистические тенденции в графическом дизайне / Т. М. Намакинов. — Текст: электронный // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. — 2024. — № 6–3 (93). — С. 14–20. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stilisticheskie-tendentsii-v-graficheskom-dizayne?ysclid=mp3yz5fhg6632284839> (дата обращения: 13.05.2026).

Экспрессоценка пористости керамического кирпича как базовый элемент цифровой системы контроля качества

Павлишин Антон Антонович, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматривается подход к использованию пористости черепка как ключевого структурного показателя в цифровой системе контроля качества керамического кирпича. Пористость связывается с водопоглощением, морозостойкостью и теплопроводностью, что позволяет применять её как базовый параметр для оперативной оценки эксплуатационных свойств изделий. Описаны ультразвуковые, оптические и нейросетевые методы экспрессоценки, а также предложена структурная схема блока экспрессконтроля, включающая уровни измерения, обработки данных и интеграции с подсистемой управления технологическим процессом. Показано, что использование экспрессоценки пористости в составе цифровой системы позволяет сократить время получения информации о качестве продукции и повысить эффективность управления производством.

Ключевые слова: керамический кирпич, пористость, водопоглощение, морозостойкость, теплопроводность, экспрессконтроль, ультразвуковые методы, оптические методы, машинное зрение, нейросетевые модели, цифровая система контроля качества, производственный контроль.

Пористость керамического черепка занимает центральное место среди структурных параметров, определяющих качество керамического кирпича. Она отражает не только долю пор в объёме материала, но и характер порового пространства: размерный состав, форму, степень открытости и связанность пор. Через эти особенности пористой структуры формируется поведение кирпича в эксплуатации, поэтому именно пористость удобно использовать в качестве «ядра» для анализа и прогнозирования его свойств [1].

Одно из первых свойств, которое напрямую связано с пористостью, — водопоглощение. Чем больше в материале открытых и доступных для воды пор, тем выше объём влаги, который может проникнуть в черепок. При избыточном водопоглощении возрастает вероятность увлажнения стен, развития дефектов облицовки, появления высолов и снижения долговечности конструкций. В то же время слишком низкая пористость, хотя и уменьшает водопоглощение, приводит к увеличению плотности материала и, как правило, к росту теплопроводности.

Не менее значимой является связь пористости с морозостойкостью. Вода, находящаяся в порах, при переходе в лёд увеличивается в объёме и создаёт напряжения в керамической матрице. Если поровая структура сформирована неблагоприятно (преобладание мелких капиллярных пор, отсутствие «резервного» пространства), циклы замораживания и оттаивания вызывают накопление микротрещин и ускоренное разрушение кирпича. При рациональном соотношении размеров и объёма пор часть пространства может выполнять роль компенсационного объёма, что способствует повышению морозостойкости при сопоставимой общей пористости.

Теплотехническое поведение кирпича также определяется его поровой структурой. Воздух в порах проводит тепло значительно хуже, чем керамическая основа, поэтому увеличение пористости в разумных пределах приводит к снижению коэффициента теплопроводности и улучшению теплоизоляционных характеристик ограждающих конструкций. Таким образом, при проектировании и контроле качества приходится искать компромисс: обеспечить достаточную пористость для приемлемой теплопроводности, но не допустить её уровня и структуры, которые приведут к недопустимому росту водопоглощения и потере морозостойкости [2].

Учитывая ключевую роль пористости, возникает потребность в таких методах контроля, которые позволяют оценивать этот параметр быстро, без разрушения изделий и с возможностью встраивания в цифровую систему управления качеством. Традиционные лабораторные процедуры дают точную, но запаздывающую информацию, что ограничивает их эффективность в оперативном управлении технологическим процессом. В этой связи особый интерес представляют экспрессподходы, которые обеспечивают получение достоверных оценок пористости непосредственно в производственном потоке и могут служить базой для последующего прогнозирования эксплуатационных свойств продукции.

1. Ультразвуковые методы экспрессоценки пористости

Ультразвуковой подход основан на том, что скорость распространения и затухание упругих волн зависят от плотности и дефектности керамического материала. При прохождении сигнала через более плотный, слабо пористый черепок волна идёт быстрее и теряет меньшую часть энергии, а развитая система пор и микротрещин приводит к снижению скорости, увеличению времени пробега и более сильному рассеянию сигнала [3].

На практике используют схемы «на просвет» или «эхометод»: регистрируют время прихода импульса, амплитуду, форму и спектральный состав. Эти параметры затем сопоставляют с пористостью, определённой классическими методами, и получают калибровочные зависимости. После такой настройки ультразвуковая измерительная линия позволяет без разрушения образцов оперативно оценивать пористость [4].

2. Оптические и изображенные методы

Оптические методы опираются на анализ изображений поверхности или шлифов материала. Для этого используют камеры или микроскопы, формирующие цифровое изображение с достаточным разрешением. Далее применяются алгоритмы обработки: бинаризация, выделение контуров, анализ текстуры, распределения яркости и цвета.

Поры и дефекты, выходящие на поверхность, обычно отличаются по тону, контрасту или форме от основной матрицы. По площади тёмных участков, их размерному составу, плотности и распределению можно судить о характере поровой структуры приповерхностного слоя. Хотя такой подход напрямую описывает только верхнюю часть черепка, статистически он хорошо коррелирует с внутренней пористостью при стабильной технологии. В производственных условиях оптические системы часто объединяют с машинным зрением, чтобы одновременно контролировать геометрию, видимые дефекты и косвенные признаки структуры материала в потоке без остановки линии.

3. Нейросетевые методы

Нейросетевые методы позволяют объединить разнородную информацию и извлечь из неё закономерности, которые трудно описать простыми формулами. В качестве входных данных могут выступать:

- числовые параметры ультразвуковых сигналов (время прохождения, амплитуда, спектральные коэффициенты);
- признаки, полученные при обработке изображений (площадь и количество пор, характеристики текстуры, статистика яркости);
- данные о режимах формования, сушки и обжига.

Для обучения нейронной сети формируют выборку образцов, для которых известна «истинная» пористость, определённая стандартными методами. Сеть находит нелинейную связь между набором входных признаков и искомым значением пористости. После обучения модель можно использовать как инструмент экспрессоценки: по данным, снимаемым с датчиков и камер, она выдаёт оценку пористости без дополнительных лабораторных испытаний [5].

Преимущество нейросетевого подхода в том, что он способен учитывать комплексный характер влияния структуры пор, состава сырья и технологических режимов, а также корректируется по мере накопления новых данных. В составе цифровой системы контроля качества такая модель становится связующим звеном между измерениями «на линии» и оценкой структурного состояния материала, что позволяет использовать пористость как оперативный индикатор качества.

Рассмотренные подходы показывают, что пористость может быть оценена по совокупности косвенных признаков, получаемых непосредственно в производственном

потоке. Однако сами по себе отдельные методы ещё не образуют работающую систему: для реального внедрения требуется организовать их совместную работу, обеспечить последовательную обработку данных и передачу результатов в контур управления качеством. Поэтому следующим шагом является описание структурной схемы блока экспрессконтроля пористости, в которой каждый из рассмотренных методов занимает своё место на определённом уровне — от датчиков и предварительной обработки сигналов до аналитических моделей и интерфейсов взаимодействия с производственной системой [6].

Блок экспрессконтроля пористости в рамках цифровой системы качества удобно описывать как последовательность функциональных узлов, через которые проходит информация от изделия до управленческого решения.

В обобщённом виде схема такого блока включает несколько основных стадий. На первом этапе расположены *измерительные подсистемы* — ультразвуковые датчики, системы машинного зрения и, при необходимости, дополнительные датчики технологических параметров (температура обжига, параметры сушки, скорость движения изделий по линии). Они формируют поток сырых данных: временные зависимости сигналов, серии изображений, технологические кривые. Следующий узел — *модуль предварительной обработки*, где выполняются фильтрация помех, нормализация шкал, синхронизация данных по времени и преобразование сигналов в набор числовых признаков (скорость прохождения ультразвука, коэффициенты затухания, параметры текстуры поверхности, статистические характеристики изображений и т. п.).

Далее эти признаки поступают в *вычислительный модуль экспрессоценки пористости*, реализующий матема-

тические модели и алгоритмы машинного обучения. На этом уровне могут использоваться как относительно простые регрессионные зависимости, так и нейросетевые модели, обученные на выборке образцов с заранее определённой пористостью. Результатом работы модуля является оценка пористости для конкретного изделия или партии, представляемая в виде цифрового показателя с заданной периодичностью. Завершающее звено — *интерфейс взаимодействия с остальной системой*: рассчитанное значение пористости передаётся в модуль прогнозирования эксплуатационных свойств, в систему визуализации для оператора и, при необходимости, в подсистему автоматического управления режимами технологического процесса.

Применение такого блока в производственном контуре может быть различным. Один вариант — *линейный контроль на выходе печи*: сразу после обжига кирпич проходит через участок с ультразвуковыми датчиками и камерой, данные обрабатываются в блоке экспрессконтроля, после чего пористость используется для оперативной сортировки продукции по группам качества и для корректировки режимов обжига для последующих партий. Другой пример — *выборочный контроль в зоне сушки*: периодически отбираемые изделия проверяются экспрессметодом, и по результатам оценки пористости принимаются решения о корректировке температурновлажностного режима сушки, если выявляются тенденции к формированию нежелательной структуры черепка. В обоих случаях блок экспрессконтроля позволяет получать структурную информацию до завершения длительных лабораторных испытаний и тем самым повышает скорость и обоснованность управленческих действий.

Литература:

1. Ю. В. Селиванов, В. И. Верещагин, А. Д. Шильцина Получение и свойства пористой строительной керамики // Известия Томского политехнического университета. 2004. № 1. С. 107–113.
2. Строительное материаловедение. Учебное пособие для бакалавров / И. А. Рыбьев // Издательство Юрайт. 2014. 701 с.
3. В. Ф. Тележкин, П. А. Угаров, М. А. Девятков Ультразвуковой нейросетевой комплекс экспресс-контроля качества кирпича // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2025. № 1. С. 77–85.
4. К вопросу применения ультразвукового метода при контроле однородности реставрационного кирпича / Перунов А. С. // Инженерный вестник Дона. 2021. № 3. С. 370–378.
5. М. Ю. Катаев, Р. К. Карпов, К. А. Ламинский Программная система обнаружения дефектов кирпичей на основе методов компьютерного зрения // Доклады ТУСУР. 2021. № 1. С. 62–67.
6. Д. А. Довгаль Совершенствование подходов к управлению качеством продукции на крупных производственных предприятиях // Управление качеством. 2024. С. 4–21.

Интеграция средств неразрушающего контроля в систему управления качеством керамического кирпича

Павлишин Антон Антонович, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассмотрена роль неразрушающего контроля в современной системе управления качеством керамического кирпича. Показано, что традиционный выборочный и разрушающий контроль даёт запаздывающую информацию и не обеспечивает достаточной полноты данных о состоянии продукции. Описаны основные средства НК, применимые к кирпичу и их возможности при поточном контроле. Предложена концепция интеграции этих средств в единый контур управления качеством, включающая выбор точек контроля в технологической схеме, объединение данных НК с технологическими параметрами и лабораторными результатами, а также использование полученной информации в алгоритмах принятия решений. Показано, что такой подход позволяет раньше выявлять отклонения, снижать риск скрытого брака и повышать эффективность управления производством керамического кирпича.

Ключевые слова: керамический кирпич, неразрушающий контроль, ультразвуковой контроль, машинное зрение, оптический контроль, производственный контроль качества, цифровая система управления качеством.

Керамический кирпич остаётся одним из базовых строительных материалов, и требования к его качеству постоянно ужесточаются как со стороны нормативных документов, так и со стороны заказчиков. Для производителя это означает необходимость не только выдерживать заданные показатели прочности, геометрии, водопоглощения и морозостойкости, но и обеспечивать их стабильность от партии к партии в условиях изменчивого сырья и технологических факторов. В этих условиях система контроля качества перестаёт быть лишь завершающим этапом приёмки и должна рассматриваться как активный элемент управления производственным процессом [1].

Неразрушающие методы контроля позволяют получать сведения о прочности, однородности и дефектности кирпича без его разрушения и могут применяться непосредственно в потоке. Ультразвуковые измерения, системы машинного зрения и другие средства НК дают дополнительную информацию, которую важно использовать совместно с технологическими данными и результатами лабораторных испытаний. Вопрос состоит уже не столько во внедрении отдельных приборов, сколько в их целенаправленной интеграции в систему управления качеством [2]. Статья посвящена анализу возможностей неразрушающих методов, определению их места в общей структуре контроля и обсуждению принципов их использования для поддержки управленческих решений на различных стадиях производства кирпича.

Качество керамического кирпича определяется совокупностью показателей, которые зависят как от сырьевой базы, так и от режимов формования, сушки и обжига. Для практики строительства наибольшее значение имеют прочность при сжатии, геометрические размеры и отклонения, водопоглощение, морозостойкость, наличие трещин, сколов и других видимых дефектов. Эти параметры связаны с внутренней структурой черепка, пористостью, однородностью и состоянием поверхности. От их сочетания зависят несущая способность кладки, долго-

вечность ограждающих конструкций и сохранение внешнего вида в процессе эксплуатации [3].

Типичная система контроля качества на кирпичном заводе включает несколько уровней. На входе осуществляется проверка сырья: гранулометрический состав, влажность, минеральный состав глины и добавок. В ходе производства применяются операционный контроль параметров процесса (температуры и длительности обжига, режимов сушки, давления прессования) и визуальный осмотр изделий на отдельных стадиях. На заключительном этапе выполняются приёмочные испытания готовой продукции: разрушающие испытания на прочность, определение водопоглощения и морозостойкости по регламентированным методикам, а также контроль размеров и внешнего вида.

Существующая система в целом обеспечивает соответствие продукции нормативным требованиям, но имеет ряд ограничений. Значительная часть испытаний носит выборочный характер и связана с разрушением образцов, поэтому получаемая информация относится только к части партии. Результаты по ряду показателей (особенно по морозостойкости) доступны с существенной временной задержкой по отношению к моменту изготовления изделий. Это затрудняет оперативное реагирование на отклонения и повышает риск скрытого брака, когда проблемы в структуре материала выявляются уже после выпуска значительного объёма продукции. В этих условиях возрастает интерес к включению в систему контроля методов, способных давать более полную и быструю оценку состояния изделий без их повреждения и с возможностью интеграции в общий контур управления качеством.

Неразрушающие методы контроля дают возможность получать информацию о внутреннем состоянии и поверхностных дефектах кирпича без его повреждения, что особенно важно при массовом производстве и необходимости оперативной оценки качества [4]. Для керамического кирпича наибольший практический интерес представляют ультразвуковые методы, системы машинного

зрения и ряд дополнительных подходов, которые можно адаптировать к условиям поточной линии.

Ультразвуковой контроль основан на распространении упругих волн через материал изделия. Скорость и затухание ультразвука зависят от плотности, наличия трещин, пор и неоднородностей в черепке. Более плотный и однородный кирпич пропускает волну быстрее и с меньшими потерями энергии, тогда как развитая дефектная структура приводит к увеличению времени прохождения и снижению амплитуды сигнала. В производственных условиях могут использоваться схемы «на просвет» или эхометоды, позволяющие оценивать прочность, однородность и наличие внутренних дефектов. Преимуществами ультразвука являются сравнительно высокая скорость измерений и возможность автоматизации, однако требуется обеспечить стабильный акустический контакт, калибровку по образцам-эталоном и учёт влияния влажности и температуры [5].

Визуальный и оптический контроль, в том числе с использованием машинного зрения, ориентирован на оценку геометрии и состояния поверхности изделий. Камеры, установленные над транспортёром, фиксируют изображение кирпичей, по которым алгоритмы обработки выявляют сколы, трещины, раковины, отклонения размеров и нарушения формы. Анализ текстуры и цвета поверхности позволяет дополнительно судить о равномерности обжига и наличии локальных дефектов структуры. Такие системы хорошо подходят для работы в потоке, так как не требуют контакта с изделием и могут контролировать каждую единицу продукции. Ограничением является то, что визуальный контроль, как правило, не даёт прямой информации о внутренних дефектах и состоянии объёма материала, поэтому его целесообразно комбинировать с другими методами [6].

К средствам неразрушающего контроля, которые также могут применяться к керамическому кирпичу, относятся ударноимпульсные и акустические методы, инфракрасная термография и другие подходы, используемые для диагностики строительных материалов. Ударноимпульсные измерения позволяют по отклику на механический удар судить о целостности и дефектности изделия. Тепловизионные методы могут фиксировать скрытые неоднородности по изменению температурного поля при локальном нагреве или охлаждении. Выбор конкретного набора методов зависит от целей контроля, доступного оборудования и степени готовности производства к внедрению автоматизированных систем. Важно, что каждый из рассмотренных подходов даёт свой тип информации, а их совместное использование позволяет сформировать более полное представление о качестве кирпича без увеличения объёма разрушающих испытаний.

Интеграция неразрушающих методов контроля в систему управления качеством предполагает переход от использования отдельных приборов к работе единого контура, в котором данные НК являются полноправным элементом информационной базы для принятия решений. В такой концепции средства НК рассматриваются не как

дополнение к лабораторным испытаниям, а как постоянный источник оперативной информации о состоянии продукции на ключевых стадиях технологического процесса. Важным принципом становится включение результатов НК в общую логику управления: от мониторинга стабильности процесса до корректировки режимов и сортировки готовых изделий.

Первый аспект интеграции связан с определением места неразрушающего контроля в технологической схеме. Наиболее рациональными точками установки средств НК являются выход из сушильного отделения, участок после обжига и зона окончательной сортировки. В этих узлах возможно организовать либо сплошной контроль (например, визуальнооптический) для каждой единицы продукции, либо выборочный ультразвуковой или ударноимпульсный контроль партий. Важно, чтобы получаемые таким образом данные поступали не изолированно, а в единую систему, где они связываются с информацией о партии, составе сырья и параметрах режимов.

Второй элемент концепции — объединение данных НК с технологическими параметрами и результатами стандартных испытаний. Для этого формируется единое информационное пространство качества, в котором для каждой партии (или даже отдельного изделия) хранятся показатели неразрушающего контроля, параметры обжига и сушки, данные по прочности, водопоглощению и другим регламентируемым характеристикам. Такая связка позволяет выявлять устойчивые зависимости между показаниями НК и конечными свойствами, настраивать пороговые значения и зоны допуска для экспресс-оценки и постепенно сокращать объём разрушающих испытаний без потери надёжности контроля.

Третий аспект касается использования результатов НК в управленческих алгоритмах. Интегрированная система должна не только накапливать данные, но и автоматически формировать сигналы о выходе показателей за допустимые пределы, предлагать оператору варианты действий или напрямую изменять настройки оборудования в рамках заданных ограничений. Например, при выявлении тенденции к снижению прочности или росту доли дефектных изделий система может рекомендовать корректировку температурного режима обжига, изменение скорости конвейера в сушильной линии или запуск дополнительной выборки на лабораторные испытания. Одновременно данные НК могут использоваться для автоматизированной сортировки кирпича по классам качества и назначению, что снижает субъективность ручного отбора.

В итоге концепция интеграции средств неразрушающего контроля в систему управления качеством сводится к тому, чтобы превратить НК из разрозненного набора измерений в структурированный инструмент, который постоянно «подпитывает» контур управления актуальной информацией о состоянии продукции. Это создаёт предпосылки для перехода от реагирования на уже выявленный брак к предупреждению отклонений на ранних стадиях и более гибкому управлению технологическим процессом.

Литература:

1. Строительное материаловедение. Учебное пособие для бакалавров / И. А. Рыбьев // Издательство Юрайт. 2014. 701 с.
2. И. С. Гучкин, Д. В. Артюшин Определение прочности (марки) керамического кирпича в конструкциях неразрушающим методом // Известия вузов. Строительство. 2006. № 1. С. 103–104.
3. С. В. Зубанов, Е. В. Ткачёв Определение прочности силикатного кирпича и кладки неразрушающими методами контроля // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2013. № 3. С. 90–96.
4. А. В. Улыбин, С. В. Зубков О методах контроля прочности керамического кирпича при обследовании зданий и сооружений // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 3. С. 29–34.
5. В. Ф. Тележкин, П. А. Угаров, М. А. Девятков Ультразвуковой нейросетевой комплекс экспресс-контроля качества кирпича // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2025. № 1. С. 77–85.
6. С. И. Кочетков, В. П. Снисарь, Б. М. Даценко Оценка долговечности керамического кирпича // Научно-технический и производственный журнал. 2010. С. 34–36.

Устройство фасадной системы и заполнение проемов как этап обеспечения пожарной безопасности объекта капитального строительства

Пережогин Семён Валерьевич, студент магистратуры
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

В статье рассмотрены пожарно-технические требования к устройству фасадной системы и заполнению проемов на этапе строительства объекта капитального строительства. Показано, что фасадная система влияет не только на архитектурный облик и энергоэффективность здания, но и на ограничение распространения пожара между этажами. Особое внимание уделено светопрозрачным наружным конструкциям, междуэтажным противопожарным поясам, узлам примыкания фасада к перекрытиям и противопожарным заполнениям проемов. Предложен порядок строительного контроля, основанный на проверке проектных решений, входном контроле материалов, инструментальной фиксации скрытых работ и сопоставлении фактически выполненных узлов с исполнительной документацией.

Ключевые слова: пожарная безопасность, фасадная система, заполнение проемов, межэтажный пояс, огнестойкость, строительный контроль.

Введение

Фасадная система является не только наружной оболочкой здания, но и элементом, влияющим на пожарную безопасность объекта. Через оконные проемы, воздушные зазоры, неплотности примыканий и горючие элементы отделки возможно вертикальное распространение пламени и продуктов горения. Поэтому устройство фасада и заполнение проемов необходимо рассматривать как самостоятельный этап строительного контроля, а не как завершающую декоративную операцию. Безопасность здания должна обеспечиваться на всех стадиях жизненного цикла: Федеральный закон № 384-ФЗ связывает ее с реализацией проектных параметров при строительстве [1, ст. 5], а Федеральный закон № 123-ФЗ требует наличия системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты [2, ст. 5]. Следовательно, при монтаже фасада важно подтвердить не только качество отделки, но и сохранение проектных пожарно-технических ха-

рактеристик наружных стен, узлов примыкания и заполнений проемов.

Нормативная основа и ключевые требования

Пожарная безопасность объекта считается обеспеченной при выполнении требований технического регламента и нормативных документов либо при подтверждении допустимого пожарного риска [2, ст. 6]. Для фасадной системы это означает необходимость прослеживаемости каждого примененного материала и изделия: утеплителя, облицовки, подсистемы крепления, светопрозрачного заполнения, огнестойкого герметика, противопожарной двери или люка.

Основные требования к огнестойкости наружных стен и фасадных узлов установлены СП 2.13130.2020. Для наружных светопрозрачных стен, включая навесные конструкции и междуэтажное заполнение, предел огнестойкости должен соответствовать требованиям к наружным несущим стенам. Узлы примыкания и крепления на-

ружных навесных стен к перекрытиям должны иметь предел огнестойкости не ниже требуемого предела огнестойкости примыкающего перекрытия: узел примыкания оценивается по признакам Е и I, узел крепления — по признаку R [5, п. 5.4.18].

При наличии открытых проемов, светопрозрачного заполнения или иных участков с ненормируемым пределом огнестойкости особое значение имеет междуэтажный противопожарный пояс. В местах примыкания к перекрытиям его высота по вертикали должна быть не менее 1,2 м, а ширина — не менее ширины нижерасположенного проема [5, п. 5.4.18]. Назначение такого пояса — ограничить переход пламени из помещения одного этажа к проему вышерасположенного этажа и снизить вероятность распространения пожара по фасаду. Характеристики светопрозрачных конструкций и заполнений проемов подтверждаются испытаниями по ГОСТ 30247.4–2022, а противопожарных дверей, ворот и люков — по ГОСТ Р 53307–2009 [3, п. 1.1; 4, п. 1.1].

Строительный контроль фасадной системы

Контроль фасадных работ должен начинаться до выхода монтажной организации на объект. На подготовительном этапе проверяются рабочая документация, альбомы узлов, спецификации, сертификаты соответствия, протоколы испытаний, паспорта изделий и область применения выбранной фасадной системы. Если применяется навесной фасад, светопрозрачная система или комбинированное решение, контроль должен охватывать не только облицовку, но и подсистему крепления, утеплитель, воздушный зазор, противопожарные рассечки и примыкания к проемам.

На этапе входного контроля необходимо исключить замену проектных материалов на изделия без подтвержденных пожарно-технических характеристик. Проверке подлежат группа горючести утеплителя и облицовки, тип фасадной подсистемы, маркировка светопрозрачных элементов, документы на противопожарные двери и люки, наличие огнестойких уплотнений и герметиков. Монтажный зазор между перекрытием и фасадом не должен заполняться случайными материалами или обычной монтажной пеной, если такое решение не предусмотрено проектом и не подтверждено испытаниями.

Особое внимание уделяется скрытым работам. До закрытия фасада облицовкой или внутренней отделкой должны быть зафиксированы противопожарные отсечки в уровне перекрытий, заделка зазора между плитой перекрытия и фасадом, вертикальные рассечки в местах примыкания к противопожарным стенам, крепежные элементы и заделка швов вокруг оконных и дверных блоков. Минимальный состав контроля включает геодезическую проверку отметок и размеров, фотофиксацию узлов до закрытия, выборочную проверку плотности заполнения и оформление актов освидетельствования скрытых работ.

Заполнение проемов и типовые дефекты

Заполнение проемов является элементом противопожарной защиты, если проем расположен в противопожарной преграде либо влияет на разделение пожарных отсеков. Противопожарные двери, ворота, люки, окна и светопрозрачные перегородки должны соответствовать нормируемому пределу огнестойкости, указанному в проектной документации. Обозначения EI, EIW, EIS и иные показатели не могут назначаться подрядчиком произвольно: они должны следовать из назначения преграды и подтверждаться протоколами испытаний.

К распространенным нарушениям относятся установка обычных дверей вместо противопожарных, отсутствие паспортов и сертификатов, применение неподтвержденной монтажной пены, неполная заделка периметра коробки, отсутствие доводчиков, повреждение уплотнителей, изменение направления открывания и уменьшение фактической ширины прохода. Для светопрозрачных фасадов характерны разрывы междуэтажного пояса, отсутствие минераловатной отсечки, незаполненные полости в зоне перекрытия, применение горючих мембран в непрерывном воздушном зазоре и перенос оконных блоков без корректировки узлов примыкания. Внешне фасад может выглядеть завершенным, но фактическая огнестойкость узлов будет ниже проектной, что при пожаре приводит к переходу пламени на вышележащие этажи.

Практический алгоритм и выводы

Для повышения эффективности контроля целесообразно применять алгоритм «проект — изделие — монтаж — документ». Сначала устанавливаются проектные требования к наружной стене, междуэтажным поясам, узлам примыкания и заполнениям проемов. Затем для каждого пожарно значимого узла определяется комплект подтверждающих документов и контрольных операций. Для междуэтажного пояса фиксируются высота, ширина, материал, предел огнестойкости и способ крепления; для противопожарной двери — тип изделия, класс огнестойкости, наличие доводчика, качество заделки и соответствие исполнительной документации.

Итоговая приемка фасадной системы не должна сводиться к визуальному осмотру готовой поверхности. Главный результат контроля — подтверждение того, что скрытые узлы выполнены в соответствии с проектом, примененные материалы имеют подтвержденную область применения, а заполнения проемов сохраняют нормируемые пожарно-технические характеристики. Такой подход позволяет своевременно выявлять замену материалов, неполное устройство междуэтажных поясов, отсутствие противопожарных рассечек и несоответствие заполнения проемов, снижая вероятность быстрого распространения пожара по фасаду здания.

Литература:

1. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
2. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. ГОСТ 30247.4–2022. Конструкции строительные. Светопрозрачные ограждающие конструкции и заполнения проемов. Метод испытания на огнестойкость.
4. ГОСТ Р 53307–2009. Конструкции строительные. Противопожарные двери и ворота. Метод испытаний на огнестойкость.
5. СП 2.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты (с изменениями № 1, № 2).

К вопросу об обеспечении механической совместимости ремонтных составов с основанием

Пичков Сергей Денисович, студент

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассмотрена проблема обеспечения механической совместимости ремонтных составов с бетонным основанием при восстановлении железобетонных конструкций. Выполнен анализ факторов, влияющих на долговечность системы «основание — ремонтный состав», включая различия в модуле упругости, усадочных деформациях, коэффициентах температурного расширения и прочности сцепления. Представлены материалы, оборудование и методика экспериментальных исследований, основанная на испытании составных образцов из мелкозернистого бетона с различными водоцементными отношениями. Для моделирования различий механических свойств использовались составы с $V/C = 0,4; 0,5$ и $0,6$. Исследования проводились с применением измерительного комплекса «Терем 4.0» и испытательных машин для регистрации деформаций и напряженно-деформированного состояния контактной зоны. Установлено, что различия физико-механических характеристик материалов оказывают существенное влияние на совместную работу элементов и могут приводить к возникновению внутренних напряжений и разрушению контактной зоны даже при достаточной адгезии. Предложенный подход позволяет комплексно оценивать механическую совместимость ремонтного состава с бетонным основанием и может быть использован при подборе ремонтных материалов для повышения долговечности восстановленных конструкций.

Ключевые слова: ремонтные составы, бетонное основание, механическая совместимость, адгезия, усадка, модуль упругости, контактная зона, ремонт железобетонных конструкций.

Введение

Восстановление бетонных и железобетонных конструкций является одной из важнейших задач современной строительной отрасли. Значительная часть эксплуатируемых сооружений подвергается воздействию механических, температурных и агрессивных факторов, приводящих к образованию трещин, разрушению защитного слоя бетона и коррозии арматуры. При этом эффективность ремонтных работ определяется не только прочностью ремонтного состава, но и его способностью работать совместно с материалом основания.

Практика эксплуатации восстановленных конструкций показывает, что разрушение чаще всего происходит по границе контакта старого и нового материала. Несмотря на то что современные ремонтные смеси обладают высокой прочностью и адгезией, различия в деформационных характеристиках материалов вызывают возникновение внутренних напряжений, приводящих к образованию трещин и отслоению ремонтного слоя.

Существующие нормативные документы регламентируют прочность на сжатие, адгезию, ограниченную усадку и другие характеристики ремонтных смесей, однако отсутствуют комплексные критерии оценки механической совместимости ремонтного состава с основанием. В связи с этим актуальной задачей является разработка метода, позволяющего количественно оценивать влияние различий физико-механических свойств материалов на долговечность их совместной работы.

Целью работы является разработка метода оценки механической совместимости ремонтного состава с бетонным основанием на основе анализа напряженно-деформированного состояния составных образцов.

Материалы и методы

Для проведения экспериментальных исследований использовались мелкозернистые бетонные смеси, моделирующие систему «бетонное основание — ремонтный состав». В качестве вяжущего применялся портландцемент

ЦЕМ I 42,5Н, в качестве заполнителя — кварцевый песок фракции 0–2,5 мм. Для регулирования структуры смесей и предотвращения расслаивания использовалась доломитовая мука, а для обеспечения сопоставимой подвижности — суперпластификатор «Vinavil Flux 3».

В ходе исследований были приготовлены составы с различными водоцементными отношениями: 0,4; 0,5 и 0,6. Изменение В/Ц позволяло получать материалы с различными прочностными и деформационными характеристиками. Контрольным был принят состав с В/Ц = 0,5. Для изготовления образцов использовались металлические формы размером 40×40×160 мм. Исследовались три группы образцов:

- целиковые образцы без датчиков — для определения прочности при сжатии;
- целиковые образцы с одним датчиком линейных перемещений — для получения диаграмм деформирования;
- составные образцы из двух материалов с различными В/Ц — для оценки совместной работы материалов.

Комбинации составных образцов включали различные сочетания основания и вставки с В/Ц = 0,4; 0,5 и 0,6, что позволяло анализировать влияние различий механических характеристик на поведение контактной зоны.

Испытания проводились с использованием гидравлического пресса Matest C040T 1500/250кН и универсальной испытательной машины BISS UT-02-0100. Для регистрации линейных деформаций применялся измерительный комплекс «Терем 4.0», позволяющий фиксировать перемещения, влажность и температуру в процессе испытаний.

При изготовлении составных образцов применялась разделительная перегородка, позволяющая формировать две части образца с различными составами в пределах одной формы. После укладки смесей перегородка удалялась, и дальнейшее твердение происходило в условиях непосредственного контакта материалов. Перед проведением испытаний на образцы устанавливались датчики линейных перемещений: один датчик для целиковых образцов и два датчика для составных.

Результаты и обсуждение

Проведенные исследования показали, что различия физико-механических характеристик материалов существенно влияют на напряженно-деформированное состояние системы «основание — ремонтный состав».

При испытании составных образцов установлено, что наиболее равномерное распределение деформаций наблюдается в образцах, изготовленных из материалов с близкими водоцементными отношениями. В случаях значительного различия В/Ц между основанием и вставкой фиксировалось увеличение разности деформаций по обе стороны контактной зоны, что свидетельствует о возникновении внутренних напряжений.

Особенно заметное влияние оказывала разница в модуле упругости материалов. Более жесткое основание ограничивало деформации ремонтного состава, что приводило к концентрации напряжений в зоне контакта. Аналогичная ситуация наблюдалась при различии усадочных характеристик материалов. В процессе твердения материалы деформировались неравномерно, вследствие чего в контактной зоне возникали растягивающие напряжения, способствующие образованию микротрещин.

Полученные результаты показывают, что высокая прочность сцепления не всегда обеспечивает долговечность ремонта. Даже при достаточной адгезии разрушение может происходить вследствие несовместимости деформационных свойств материалов.

Использование составных образцов с двумя датчиками линейных перемещений позволило получить более полное представление о совместной работе материалов по сравнению с традиционными методами испытаний на отрыв и сдвиг. Предложенная методика дает возможность оценивать не только прочность сцепления, но и характер распределения деформаций в системе.

Наиболее устойчивое поведение показали образцы, в которых различие водоцементных отношений между основанием и вставкой было минимальным. При увеличении различий характеристик материалов наблюдалось повышение вероятности разрушения контактной зоны.

Результаты исследования подтверждают необходимость комплексной оценки механической совместимости ремонтных составов с основанием с учетом модуля упругости, усадки, деформационных характеристик и прочности сцепления.

Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Основной причиной разрушения системы «основание — ремонтный состав» является не только недостаточная адгезия, но и различие деформационно-прочностных характеристик материалов.
2. Существенное влияние на долговечность контактной зоны оказывают различия в модуле упругости, усадочных деформациях и коэффициентах температурного расширения.
3. Предложенная методика испытаний составных образцов позволяет комплексно оценивать механическую совместимость материалов и анализировать их совместную работу в процессе нагружения.
4. Наиболее благоприятные условия совместной работы достигаются при минимальном различии физико-механических характеристик основания и ремонтного состава.
5. Разработанный подход может использоваться при подборе ремонтных смесей и совершенствовании нормативных требований к материалам для ремонта бетонных и железобетонных конструкций.

Литература:

1. ГОСТ Р 56378–2015. Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций.
2. ГОСТ 32016–2012. Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Общие требования.
3. Щетников, И. В. Проблемы выбора ремонтной смеси для ремонта бетонных и железобетонных конструкций / И. В. Щетников. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2024. — № 21 (520). — С. 152–154. — URL: <https://moluch.ru/archive/520/114509/>
4. СП 349.1325800.2017. Конструкции бетонные и железобетонные. Правила ремонта и усиления. — М.: Минстрой России, 2017. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/550507449>
5. ГОСТ 31108–2020. Цементы общестроительные. Технические условия.

Принципы архитектурно-пространственного формирования гериатрических центров

Рыбкина Виктория Михайловна, студент магистратуры
 Научный руководитель: Голышев Евгений Анатольевич, профессор
 Государственный университет по землеустройству (г. Москва)

Статья посвящена систематизации архитектурно-пространственных принципов формирования современных гериатрических центров. Анализируются ключевые принципы проектирования, такие как адаптивность, трансформация, доступность, функциональность, природоинтеграция и модульность, формирующие среду, способствующие благополучию и социальной активности пожилых людей. Обоснована целесообразность применения данных принципов при проектировании.

Ключевые слова: гериатрический центр, архитектура, пожилые люди, дизайн, окружающая среда, благополучие, пространственная организация, освещение, безопасность.

Общемировые тенденции ставят перед обществом и государством новые вызовы, одним из которых является обеспечение достойных условий жизни, медицинского и социального обслуживания для пожилых людей.

Гериатрический центр — это медико-социальное учреждение, которое предоставляет узконаправленную помощь лицам пожилого возраста, учитывая их особенности, хронические заболевания и сниженную способность к самообслуживанию (Рис. 1).

Архитектурно-пространственная среда центра является активным фактором, оказывающим прямое влияние на физическое, психическое и социальное благополучие старшего поколения. Пространство, спроектированное

без учета принципов формирования гериатрических центров, создает физические и психологические барьеры, ограничивает двигательную активность, провоцирует чувство отчужденности, а также повышает риск получения травм. Грамотно проработанные архитектурные решения гериатрического центра обеспечивают формирование безопасной, стимулирующей и поддерживающей среды, способствующей продлению активной жизнедеятельности и сохранению автономии лиц пожилого возраста.

В статье будет предложен авторский перечень из пяти архитектурно-пространственных принципов формирования гериатрических центров, каждый из которых будет



Рис. 1. Определение гериатрического центра

раскрыт исходя из его влияния на функционально-пространственное решение, архитектуру, экологические показатели и восприятие объекта.

1. *Принцип адаптивности и трансформации* пространства предполагает обеспечение гибкости планировочных решений, эргономичность. С помощью модульного подхода к проектированию, использованию трансформируемых перегородок для возможности мобильной реорганизации пространства можно достичь оптимизации путей передвижения пациентов и персонала, способность к быстрой адаптации в любых кризисных ситуациях.

Гибкая планировка помещений обеспечивает возможность изменения конфигурации комнат, создания зон различного назначения (многофункциональные пространства). Масштабируемость способствует расширению или сокращению определенных функциональных пространств в зависимости от меняющихся потребностей.

2. *Принцип доступности* в архитектурной среде гериатрического центра предполагает возможность свободного и самостоятельного ориентирования для всех категорий посетителей, включая пожилых людей с различными функциональными ограничениями. Понятная пространственная структура способствует обеспечению безопасности, автономии и комфорта лиц с нарушениями подвижности, зрения, слуха или когнитивных функций.

Для реализации горизонтальных и вертикальных путей перемещения в здании предусматриваются пандусы с нормативным уклоном, лифты с интуитивно понятным управлением, лестницы, оборудованные поручнями и противоскользящими накладками. Особое внимание уделяется обеспечению достаточной ширины дверных проёмов для беспрепятственного проезда инвалидов колясок и использования ходунков, а также применению нескользящих и износостойких напольных покрытий.

Сенсорная доступность обеспечивается за счёт использования контрастных цветовых решений для выделения дверных проёмов, лестничных маршей, а также рельефных и тактильных напольных указателей. В помещениях центра минимизируются акустические помехи путём применения звукопоглощающих отделочных материалов.

Проектирование всех элементов среды осуществляется с учётом эргономических требований, предъявляемых к организации пространства для пожилых людей.

3. *Принцип функциональности* является основополагающим при проектировании гериатрических центров, поскольку он напрямую определяет эффективность лечебно-диагностического процесса и комфорт пребывания пациентов. Данный принцип предполагает подчинение планировочных решений, объёмно-пространственной композиции и архитектурного облика здания внутренней структуре медицинских, технологических и логистических процессов, реализуемых в учреждении. Функциональная организация пространства направлена на оптимизацию медицинских процессов. Планировочная

структура должна обеспечивать беспрепятственное передвижение маломобильных групп пациентов и персонала, быстрый доступ к медицинскому оборудованию и кабинетам специалистов, чёткое функциональное зонирование помещений в соответствии с профилем оказываемой помощи.

Ключевым элементом является развитый медицинский блок. В его состав рекомендуется интегрировать залы для физиотерапии, ЛФК, процедурные, смотровые, а также лечебные кабинеты.

Проектирование должно базироваться на концепции разделения функциональных процессов. Это достигается путём чёткого зонирования центра на медицинскую, жилую, рекреационную и административную с учётом их взаиморасположения и организации логистических потоков.

Внешний архитектурный облик здания оказывает благотворное воздействие на человека. Он должен быть эстетически привлекательным, формировать позитивное первое впечатление и способствовать скорейшей адаптации резидентов к новым условиям жизни. При выборе цветовой гаммы экстерьера и интерьера рекомендуется отдавать предпочтение спокойным, природным оттенкам для успокаивающего воздействия на нервную систему людей.

4. *Принцип природоинтеграции*, основанный на положениях салютогенного дизайна, предполагает создание благоприятной визуальной и сенсорной среды, а также активное использование природного потенциала территории. Реализация данного принципа оказывает выраженное позитивное воздействие на психоэмоциональное и физическое состояние пожилых людей, способствуя повышению качества жизни и оздоровлению окружающей среды. Для данной возрастной группы, чья мобильность может быть ограничена, интеграция природных элементов в архитектурное пространство приобретает особую значимость.

Визуальная связь с природой достигается за счёт максимизации естественного освещения (инсоляции) помещений посредством проектирования панорамного остекления, световых фонарей и атриумов; организации жилых и общественных зон с ориентацией на живописные природные ландшафты (сады, парки, водоёмы); использования в отделке интерьеров и экстерьеров натуральных материалов (дерево, камень), а также природных текстур, формирующих ощущение психологического комфорта и естественности. Формирование доступной природной среды включает создание безопасных и разнообразных открытых пространств — садов, террас, внутренних дворов. Эти зоны предназначены для отдыха, занятий лёгким физическим трудом (садоводство), социальной активности и пассивного досуга. Особое внимание уделяется проектированию терапевтических садов с акцентом на мультисенсорные стимулы (визуальные, ольфакторные, тактильные и аудиальные), способствующие релаксации и стабилизации эмоционального фона. Предусматрива-

ется возможность прямого выхода из жилых помещений на личные балконы или общие террасы.

5. *Принцип модульности* обеспечивает высокую степень адаптивности и масштабируемости архитектурных решений, позволяя осуществлять оперативное возведение, расширение и трансформацию объёмно-планировочной структуры гериатрического центра в соответствии с динамично изменяющимися потребностями учреждения.

В контексте проектирования гериатрических центров модульность подразумевает формирование пространственно-планировочной среды на основе системы взаимо-

связанных, стандартизированных и взаимозаменяемых пространственных единиц (модулей). Данные элементы могут быть скомпонованы в различных конфигурациях, что обеспечивает гибкость архитектурно-строительных решений. Ключевым преимуществом применения модульных систем является лёгкость расширения и модификации объекта.

В качестве примера реализации современных подходов к проектированию гериатрических учреждений можно привести отделение гериатрической реабилитации в составе Prince Charles Hospital (Брисбен, Австралия) (Рис. 2).



Рис. 2. Prince Charles Hospital (Брисбен, Австралия)

В архитектурно-планировочном решении реализован ряд принципов, направленных на улучшение качества пребывания: визуальный и физический контакт с природой, интуитивно понятная организация пространства, доступная навигация, исключающая дезориентацию у пожилых людей.

Ключевой особенностью данного объекта является формирование терапевтической среды, максимально приближенной к домашней, что способствует психологической адаптации и ускоряет процесс реабилитации пациентов.

Гериатрический центр Донауштадт в Вене, является примером современной парадигмы проектирования учреждений для пожилых людей (Рис. 3).

В основе проекта лежит реорганизация урбанистических условий и интеграция здания в существующую городскую ткань. Архитекторы рассматривали центр как

«город в городе», что обусловило сложную дифференциацию внутренних пространств и их связь с окружающими общественными зонами. Фасады здания выполнены с высокой степенью прозрачности, что обеспечивает визуальную проницаемость и связь интерьера с внешней средой.

Внутренняя планировка характеризуется многообразием общественных пространств с выраженным «городским» качеством. Эти зоны спроектированы так, чтобы жители могли активно или пассивно участвовать в жизни сообщества. Важным элементом являются переходные пространства, которые позволяют пациентам постепенно адаптироваться к новому, выбирая степень своей вовлечённости.

Проектирование современных гериатрических центров требует перехода от стандартных, исключительно



Рис. 3. Гериатрический центр Донауштадт в Вене

функциональных решений к созданию комплексной, гуманистической среды, способствующей активному долголетию и сохранению высокого качества жизни старшего поколения. Анализ современного опыта строительства, а также теоретических основ салютогенного и адаптивного дизайна позволяет выделить ключевые принципы,

определяющие эффективность таких учреждений. Следование принципам при разработке гериатрических центров позволяет формировать полноценные «экосистемы» для жизни. Такие пространства минимизируют стресс, способствуют социализации, поддерживают личную идентичность и позволяют человеку сохранять достоинство.

Литература:

1. Крундышев, Б. Л. Архитектурное проектирование жилых зданий, адаптированное к особенностям потребностей маломобильной группы населения / Б. Л. Крундышев. — Учебное пособие. — СПб: Лань, 2012. — 208 с.
2. Зенков, О. С. Архитектурно-пространственная среда жизнедеятельности группы престарелого населения в крупном городе / О. С. Зенков. — Вестник Томского архитектурно-строительного университета. — Томск, 2007. — 92–99 с.
3. Джеффри, Э. А. Климат и архитектура / Э. А. Джеффри. — Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам. — М., 1959. — 251 с.
4. Агранович-Пономарева, Е. С. Интерьер и предметный дизайн жилых зданий / Е. С. Агранович-Пономарева, Н. И. Аладова. — Изд. 2-е. — Ростов н/Д: Феникс, 2006. — 348 с. — Текст: непосредственный.
5. Marquardt, G. Wayfinding for People with Dementia: A Review of the Role of Architectural Design / G. Marquardt. — HERD Health Environments Research & Design Journal. — 2011. — 75–90 с.

Современные исследования влияния пористости бетона на долговечность и морозостойкость

Семёнов Максим Сергеевич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье автор исследует влияние пористости бетона на его долговечность и морозостойкость на разных сроках твердения.

Ключевые слова: бетон, пористость, морозостойкость.

Современные исследования в области долговечности бетона подтверждают, что пористая структура цементного камня является одним из ключевых факторов, определяющих его эксплуатационные характеристики, включая пористость, водопроницаемость и морозостойкость. В научной литературе отмечается, что параметры порового пространства непосредственно влияют на процессы влагопереноса и развития внутренних напряжений, возникающих при циклическом замораживании и оттаивании.

Классические представления о механизмах морозного разрушения бетона разработанные Т. К. Пауэрсом и Р. А. Хельмутом [1], до настоящего времени остаются основой для интерпретации экспериментальных данных. В их работах показано, что разрушение связано с развитием гидравлического давления в порах, насыщенных водой, а также с невозможностью перераспределения жидкости в условиях ограниченного порового пространства. Дальнейшее развитие этих идей получило исследование Г. Фагерлунда [2], который ввел понятие критической степени водонасыщения, при превышении которой происходит резкое снижение морозостойкости бетона.

В современных отечественных исследованиях значительное время уделяется количественной оценке влияния пористости на морозостойкость. Так в работе Л. М. Добшица [3] показано, что морозостойкость бетона может быть описана через параметры поровой структуры с использованием расчетных критериев, учитывающих соотношение открытых и условно замкнутых пор. Автором установлена корреляционная зависимость между характеристиками пористости и показателями морозостойкости, что позволяет рассматривать пористость как прогнозный параметр долговечности бетона.

Аналогичные выводы приводятся в работах С. В. Кузнецова [4] и В. Р. Фаликмана [5], где отмечается, что структура порового пространства определяет не только морозостойкость, но и водопроницаемость и прочностные характеристики бетона. В частности, показано, что увеличение доли капиллярной пористости приводит к росту водонасыщения и снижению устойчивости материала к циклическим температурным воздействиям.

В исследовании И. В. Руновой [6] также подчеркивается важность управления пористой структурой на

стадии проектирования состава бетона. Установлено, что применение воздухововлекающих и пластифицирующих добавок позволяет формировать систему равномерно распределенных замкнутых пор, что существенно повышает морозостойкость бетона за счет компенсации давления, возникающего при замерзании воды.

Современные экспериментальные работы, в том числе выполненные с использованием методов ртутной порометрии и цифрового анализа структуры показывают, что важнейшим параметром является не только объем пор, но и распределение по размерам и степень связности. Установлено, что увеличение доли замкнутых пор способствует повышению морозостойкости, тогда как развитая система сообщающихся капиллярных пор оказывает отрицательное влияние на долговечность материала.

Дополнительные исследования показывают, что существенное влияние на морозостойкость оказывает не только количественное содержание пор, но и их геометрические характеристики. Установлено, что форма пор и характер их распределения в объеме цементного камня определяют условия перераспределения влаги и развития внутренних напряжений при замерзании. В частности, поры неправильной формы и развитой связности способствуют более интенсивному перемещению жидкости, тогда как изолированные поры преимущественно сферической формы выполняют компенсирующую функцию и способствуют повышению морозостойкости.

Важным фактором является распределение пор по размерам. Показано, что наибольшую опасность представляют капиллярные поры среднего диапазона, в которых создаются условия для накопления воды и последующего образования льда. Мелкие гелевые поры практически не участвуют в процессах разрушения, тогда как крупные воздушные поры способны снижать внутренние напряжения за счет перераспределения давления.

Кроме того, в современных исследованиях отмечается влияние циклического водонасыщения и высушивания на изменение пористой структуры бетона. Повторяющиеся циклы увлажнения и высыхания могут приводить к постепенному увеличению дефектной пористости и изменению связности порового пространства, что снижает устойчивость материала к последующему морозному воздействию.

Отдельное направление исследований связано с изучением изменения пористой структуры со временем. В ряде работ отмечается, что на ранних сроках твердения бетон характеризуется высокой долей капиллярных пор и их значительной связностью, что приводит к повы-

шенной водопроницаемости и сниженной морозостойкости. По мере твердения происходит уплотнение структуры, уменьшение размеров пор и частичное разобщение капиллярной сети. Однако, как подчеркивается в современных публикациях, данный процесс изучен недостаточно полно, особенно в реальной эксплуатации монолитных конструкций.

Дополнительно в ряде отечественных исследований А. М. Неверова [7], В. И. Соломатова [8] отмечается, что существенное влияние на формирование пористой структуры оказывает не только состав бетона, но и условия твердения, включая температурно-влажностный режим. Нарушение этих условий может приводить к формированию дефектной пористости, что в дальнейшем снижает морозостойкость и долговечность конструкций.

Таким образом анализ современных исследований показывает, что морозостойкость бетона определяется комплексом факторов, среди которых решающую роль играют параметры пористой структуры, условия формирования цементного камня и степень водонасыщения. При этом остается актуальной задача уточнения взаимосвязи между пористостью и морозостойкостью на различных сроках твердения, что имеет важное значение повышения надежности и долговечности бетонных конструкций.

Вопросы обеспечения долговечности и морозостойкости бетона остаются актуальными в связи с эксплуатацией конструкций в условиях переменного температурного режима и многократного замораживания и оттаивания. Практика показывает, что устойчивость бетона к данным воздействиям во многом определяется особенностями его пористой структуры, влияющей на процессы водонасыщения и развитие внутренних напряжений.

Несмотря на большое количество исследований, взаимосвязь между пористостью и морозостойкостью бетона на различных сроках твердения изучена недостаточно полно, особенно для монолитных конструкций, твердеющих в реальных условиях эксплуатации. При этом именно на ранних стадиях формирования структуры закладываются основные параметры, определяющие дальнейшую долговечность материала.

Проведение исследований в данном направлении позволит более точно оценивать влияние пористой структуры на морозостойкость бетона, прогнозировать долговечность конструкций и совершенствовать технологии производства и ухода за бетоном.

Литература:

1. Powers, T. C. Theory of volume changes in hardened Portland cement paste during freezing / T. C. Powers, R. A. Helmuth. — Текст: непосредственный // Highway Research Board Proceedings. — Washington, D.C.: National Research Council, 1953. — С. 285–297.
2. Fagerlund, G. The critical degree of saturation method of assessing the freeze/thaw resistance of concrete / G. Fagerlund. — Текст: непосредственный // Materials and Structures. — 1977. — № 2. — С. 217–229.

3. Добшиц, Л. М. Физико-математическое моделирование морозостойкости цементных бетонов / Л. М. Добшиц. — Текст: непосредственный // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. — 2023. — № 3. — С. 313–321.
4. Кузнецов, С. В. Формирование пористой структуры цементного камня и её влияние на свойства бетона / С. В. Кузнецов. — Текст: непосредственный // Строительные материалы. — 2019. — № 8. — С. 14–18.
5. Фаликман, В. Р. Современные высокофункциональные бетоны / В. Р. Фаликман. — Текст: непосредственный // Бетон и железобетон. — 2015. — № 6. — С. 2–7.
6. Рунова, И. В. Влияние структуры порового пространства на долговечность бетона / И. В. Рунова. — Текст: непосредственный // Бетон и железобетон. — 2018. — № 3. — С. 10–15.
7. Неверов, А. М. Долговечность бетона и железобетона / А. М. Неверов. — 2-е изд., перераб. — М.: Стройиздат, 1991. — 304 с. — Текст: непосредственный.
8. Соломатов, В. И. Модифицированные бетоны / В. И. Соломатов, Ю. М. Баженов, В. Г. Батраков. — 2-е изд., перераб. — М.: Стройиздат, 1987. — 368 с. — Текст: непосредственный.

Оценка снижения несущей способности трубобетонных колонн при нереализации эффекта обоймы в условиях больших эксцентриситетов

Семенов Тимофей Сергеевич, студент магистратуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье выполнен анализ условий реализации эффекта бокового обжатия (эффекта обоймы) в трубобетонной колонне промышленного бункера при высокой гибкости и значительных эксцентриситетах. На примере колонны показано, что согласно СП 266.1325800.2016 коэффициент k_e принимает отрицательное значение, то есть эффект обоймы не реализуется. Выполнено условное принудительное «включение» обоймы, что увеличило несущую способность колонны. Определён граничный эксцентриситет.

Ключевые слова: трубобетон, эффект обоймы, эксцентриситет, несущая способность, граничный эксцентриситет.

1. Введение

Трубобетон представляет собой бетон, заключенный в металлическую трубу круглого или более сложного поперечного сечения. При давлении на такой элемент, бетон испытывает напряжение и пытается расшириться. Стальная труба, служащая оболочкой для этого бетона, не позволяет этого сделать. Так возникает эффект трехосного сжатия, и поэтому несущая способность трубобетона значительно увеличивается. А напряжения, которые может воспринимать бетон в ядре такой колонны, заметно выше изначальной призмочной прочности бетона.

Однако, эффект обоймы сильно зависит от эксцентриситета и жёсткости колонны. Даже если у трубобетонной колонны начальный эксцентриситет отсутствует — нормативные документы предписывают учитывать случайный эксцентриситет. Который, вкпе с жёсткостью колонны, сильно влияет на эффект обоймы. Для трубобетонных колонн большой высоты или маленького диаметра эти показатели оказываются критичными. Поэтому, данные колонны обычно встречаются в высотных жилых зданиях — где высота колонны будет равна ~ высоте жилого этажа (заметно меньше чем обычно требуется в промышленном строительстве), и большими нагрузками, для восприятия нагрузки с десятков этажей выше. Что делает колонну относительно невысокой, при этом с существенным сечением. Что в некоем роде нивелирует случайный эксцентриситет.

В этой статье будет рассмотрена противоположенная задача — применение трубобетонной колонны в промышленном сооружении, а точнее в качестве опорных колонн для бункера хранения сыпучих материалов. Для наглядной оценки снижения несущей способности трубобетонных колонн при нереализации эффекта обоймы в условиях больших эксцентриситетов.

1. Методика

Для расчета трубобетонной колонны, нужно учесть эксцентриситет, полный эксцентриситет суммируется из эксцентриситета расчётного и случайного.

$$e_{0,tot} = e_0 + e_\alpha$$

Случайный эксцентриситет определяется из следующего уравнения (п. 7.1.1.5 СП266):

$$e_\alpha \geq \max\left(\frac{L}{600}, \frac{D}{30}, 10 \text{ мм}\right)$$

Изгибающий момент даёт расчётный эксцентриситет

$$e_0 = M/N$$

Работу обоймы определяют из условия:

$$k_e = 1 - \frac{7,5e}{D_p - 2t_p}$$

Для включения эффекта обоймы параметр $k_e > 0$.

Параметр k_e должен быть не менее 0 в любом случае, когда параметр получается отрицательным, он принимается для дальнейших расчетов равным нулю. Что будет характеризовать работу материалов как сталежелезобетонное сечение, а не как трубобетонную колонну. Поэтому по расчётной методике СП266 расчётные сопротивления материалов не претерпевают изменений.

2. Расчет реальной колонны бункера

Зададимся сечением трубы 480x12 мм, материал — Сталь С355, Бетон В40

Проведём необходимые расчёты чтобы удостовериться, возникает ли эффект обоймы в принятом сечении.

Продольная сила:

$$N = 297,38 \text{ т} = 2917,3 \text{ кН} = 2,9173 \text{ МН}$$

Изгибающие моменты:

$$M_x = 34,7 \text{ т·м} \approx 340,4 \text{ кН·м}$$

$$M_y = 30,9 \text{ т·м} \approx 303,1 \text{ кН·м}$$

Равнодействующий момент:

$$M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{340,4^2 + 303,1^2} = 455,8 \text{ кН·м} = 0,4558 \text{ МН·м}$$

Изгибающий момент даёт расчётный эксцентриситет

$$e_0 = M/N$$

$$e_0 = 0,4558/2,9173 \approx 0,1563 \text{ м}$$

Учитывая характеристики заданной колонны (480x12 мм), её радиус равен 240 мм. Сравним расчётный эксцентриситет с радиусом колонны.

$$240 \text{ мм} > 0,1563 = 156,3 \text{ мм}$$

Однако, расчётный эксцентриситет равен 65 % радиуса колонны, что является достаточно большим значением.

Проверим условие работы обоймы:

$$\text{Параметр } k_e = 1 - \frac{7,5e}{D_p - 2t_p}, \text{ но не менее } 0$$

$$k_e = 1 - \frac{7,5e}{D_p - 2t_p} = 1 - \frac{7,5 \cdot 0,1563}{0,456} \approx 1 - 2,57 < 0$$

Соответственно, эффект бокового обжатия отсутствует. Поэтому по расчётной методике СП266 расчётные сопротивления материалов не претерпевают изменений.

Расчётное сопротивление бетона сжатию $R_{bp} = R_b = 22 \text{ МПа}$

Расчётное сопротивление трубы при сжатии $R_{pc} = R_y = 350 \text{ МПа}$

Из чего следует вывод, что при данных параметрах колонна работает без эффекта обоймы, бетон не обжат, труба не испытывает кольцевых напряжений.

Расчёт несущей способности без учёта обоймы:

Наружный диаметр трубы: $D_p = 480 \text{ мм}$

Толщина стенки: $t_p = 12 \text{ мм}$

Площадь трубы:

$$A_p = A_s = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = \frac{\pi}{4} (480^2 - 456^2) \approx 0,01767 \text{ м}^2$$

Площадь бетона:

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 = \frac{\pi}{4} \cdot 456^2 \approx 0,1633 \text{ м}^2$$

Учёт случайного эксцентриситета

$$e_{\alpha} \geq \max\left(\frac{8400}{600}, \frac{480}{30}, 10 \text{ мм}\right)$$

$$e_{\alpha} = 16 \text{ мм}$$

Полный эксцентриситет

$$e_{0,\text{tot}} = e_0 + e_{\alpha} = 16 + 156,3 = 172,3 \text{ мм}$$

Расчётные сопротивления материалов в составе трубобетона

Проверим условие работы обоймы:

$$\text{Параметр } k_e = 1 - \frac{7,5e}{D_p - 2t_p}, \text{ но не менее } 0$$

$$k_e = 1 - \frac{7,5e}{D_p - 2t_p} = 1 - \frac{7,5 \cdot 0,1723}{0,456} \approx 1 - 2,83 < 0$$

При расчёте полного эксцентриситета, было выявлено что эффект бокового обжатия также отсутствует. Поэтому по расчётной методике СП266 расчётные сопротивления материалов не претерпевают изменений.

Расчётное сопротивление бетона сжатию $R_{bp} = R_b = 22 \text{ МПа}$

Расчётное сопротивление трубы при сжатии $R_{pc} = R_y = 350 \text{ МПа}$

Определение положения нейтральной оси (угол α):

$$r_b^2 \left(\alpha - \frac{1}{2} \sin 2\alpha \right) R_{bp} + \frac{\alpha}{\pi} A_p R_{pc} - \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} \right) A_p R_y = N$$

$$\alpha \approx 1,75 \text{ рад } (100,3^\circ)$$

Предельный изгибающий момент (прочность нормального сечения)

$$M_{ult} = \frac{2}{3} r_b^3 R_{bp} \sin^3 \alpha + \frac{1}{\pi} A_p r_p \sin \alpha (R_y + R_{pc})$$

$$M_{ult} \approx 1,073 \text{ МН} \cdot \text{м} = 1073 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Учёт продольного изгиба:

Продольный изгиб учитывается коэффициентом:

$$\eta = \frac{1}{(1 - N/N_{cr})}$$

Жесткость D:

$$D = \min \left\{ \begin{aligned} &k_b E_{b1} I + k_s (E_s I_s + E_p I_p), \\ &k_b E_{b1} I + k_s E_s I_s + \frac{l_0^2}{\pi^2} R_{pc} A_p \end{aligned} \right.$$

$$D = 54,10 \text{ МН} \cdot \text{м}^2$$

Критическая сила:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 54,10}{70,56} \approx 7,57 \text{ МН}$$

Расчёт потери устойчивости: $\eta \approx 1,63$

Эксцентриситет с учётом прогиба:

$$e = e_{0,\text{tot}} \eta = 0,1723 \cdot 1,63 \approx 0,281 \text{ м}$$

Действующий изгибающий момент с учётом продольного изгиба:

$$M_{\text{действ}} = Ne = 2,9173 \cdot 0,281 \approx 0,820 \text{ МН} \cdot \text{м} = 820 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Проверка условия прочности:

$$M_{\text{действ}} = 820 \text{ кН} \cdot \text{м} < M_{ult} = 1073 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Условие выполняется, при запасе прочности $\approx 31 \%$.

Разрушение наступает по устойчивости раньше, чем по прочности.

3. Расчет колонны бункера с условным «включением» эффекта обоймы

Для сравнения НДС трубобетонной колонны с эффектом обоймы и без него, выполним условный расчёт, приняв $k_e = 1$ (как для малого эксцентриситета). Тогда расчётные сопротивления материалов в составе трубобетонной колонны изменятся, что повлияет на несущую способность данной колонны.

Тогда, расчётное сопротивление стали:

$$R_{pc} = R_y - \frac{1}{4} R_y \left(1 - \frac{7,5e}{D_p - 2t_p}\right)$$

$$1 - \frac{7,5e}{D_p - 2t_p} = k_e = 1$$

$$R_{pc} = 350 - \frac{1}{4} 350(1) = 262,5 \text{ МПа}$$

Расчетное сопротивление бетона увеличивается за счет обжатия. При $e = 1$, ΔR_b достигает своего наибольшего значения.

$$R_{bp} = R_b + \Delta R_b \left(1 - \frac{7,5e}{D_p - 2t_p}\right)$$

$$1 - \frac{7,5e}{D_p - 2t_p} = k_e = 1$$

$$\Delta R_b = R_b \left(2 + 2,52 \cdot e^{-\frac{1}{c}(R_p A_p + R_b A_b)}\right) \frac{t_p}{D_p - 2t_p} \cdot \frac{R_p}{R_b}$$

$$\Delta R_b = 22 * \left(2 + 2,52 \cdot e^{-\frac{1}{25}(350 \cdot 0,01767 + 22 \cdot 0,1633)}\right) \frac{12}{480 - 2 * 12} \cdot \frac{350}{22}$$

$$\Delta R_b \approx 34,1 \text{ МПа}$$

$$R_{bp} = 22 + 34,1(k_e) = 22 + 34,1 \cdot 1$$

$$R_{bp} = 56,1 \text{ МПа}$$

С новыми расчётными сопротивлениями, которые учитывают эффект обоймы, повторно решим уравнения равновесия при том же эксцентриситете:

$$e_{0,tot} = 172,3 \text{ мм}$$

Найдем N_{cr}

Определение положения нейтральной оси (угол α):

$$r_b^2 \left(\alpha - \frac{1}{2} \sin 2\alpha\right) R_{bp} + \frac{\alpha}{\pi} A_p R_{pc} - \left(1 - \frac{\alpha}{\pi}\right) A_p R_y = N$$

$$\alpha \approx 1,96 \text{ рад } (112,3^\circ)$$

Предельный изгибающий момент (прочность нормального сечения)

$$M_{ult} = \frac{2}{3} r_b^3 R_{bp} \sin^3 \alpha + \frac{1}{\pi} A_p r_p \sin \alpha (R_y + R_{pc})$$

$$M_{ult} \approx 1097 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Найдём продольную силу, решив систему уравнений:

$$r_b^2 \left(\alpha - \frac{1}{2} \sin 2\alpha\right) R_{bp} + \frac{\alpha}{\pi} A_p R_{pc} - \left(1 - \frac{\alpha}{\pi}\right) A_p R_p = N(\alpha)$$

$$M(\alpha) = \frac{2}{3} r_b^3 R_{bp} \sin^3 \alpha + \frac{1}{\pi} A_p r_p \sin \alpha (R_p + R_{pc})$$

Условие заданного эксцентриситета:

$$\frac{M(\alpha)}{N(\alpha)} = e_0 = 0,1723 \text{ м.}$$

Подбираем угол α :

$$\alpha = 1,88 \text{ рад } (107,7^\circ)$$

$$N = 2,917 \cdot 2,173 + 10,823 \cdot 0,5984 - 6,185 = 6,628 \text{ МН}$$

$$M = 0,4433 \cdot 0,8621 + 0,807 \cdot 0,9520 = 1,150 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

$$\frac{M}{N} = \frac{1,150}{6,628} = 0,1736 \text{ м}$$

Что, в ходе вариаций различных углов α , дало наиболее приближенный результат к заданному эксцентриситету равному 0,1723.

Принимаем $\alpha \approx 1,88 \text{ рад}$

Предельная продольная сила элемента с учетом полного обжатия (эффект обоймы), но с фактическим эксцентриситетом:

$$N_{ult(обжатие)} \approx 6,63 \text{ МН} = 6630 \text{ кН}$$

Выполнив аналогичный расчёт, в случае, когда эффекта обоймы не возникает, были получены следующие значения:

$$R_{pc} = R_y = 350 \text{ МПа}$$

$$R_{bp} = R_b = 22 \text{ МПа}$$

Подбираем угол α :

$$\alpha = 2,10 \text{ рад} (120,3^\circ)$$

$$N = 1,1436 \cdot 2,532 + 6,1845 \cdot 0,337 = 4,980 \text{ МН}$$

$$M = 0,1738 \cdot 0,643 + 0,922 \cdot 0,863 = 0,908 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

$$\frac{M}{N} = \frac{0,908}{4,980} = 0,1823 \text{ м}$$

Что, в ходе вариаций различных углов α , дало наиболее приближенный результат к заданному эксцентриситету равному 0,1723 (с погрешностью около 6 %).

Принимаем $\alpha \approx 2,10 \text{ рад}$

Предельная продольная сила элемента с учетом фактического эксцентриситета, из-за которого полное обжатие (эффект обоймы) не достигается:

$$N_{ult(без обжатия)} \approx 4,98 \text{ МН} = 4980 \text{ кН}$$

Сравнение результатов расчета по методике СП266, где в данном случае эффекта обоймы не возникает, с результатом, где коэффициент эксцентриситета был принят равным 1.

$$N_{ult(без обжатия)} < N_{ult(обжатие)}$$

$$4980 \text{ кН} < 6630 \text{ кН}$$

Потеря несущей способности из-за нереализованной обоймы:

$$\frac{6630 - 4980}{6630} \approx 0,249 \approx 25 \%$$

Вывод: из-за большого эксцентриситета эффект обоймы не реализуется, и колонна теряет ~ 25 % потенциальной несущей способности.

4. Параметрический анализ

Для подобранной колонны (труба 480x12 мм, бетон В40, сталь С355) при действии продольной силы $N=2,917 \text{ МН}$ и изгибающего момента $M=0,456 \text{ МН} \cdot \text{м}$ расчётный эксцентриситет с учётом случайного составил $e_0=0,1723 \text{ м}$.

Граничное значение эксцентриситета, выше которого эффект бокового обжатия бетона не включается в работу колонны, определяется по зависимости, следующей из п. 7.2.1.2–7.2.1.3 СП 266.1325800.2016:

$$k_e = 1 - \frac{7,5e}{D_p - 2t_p}$$

$$k_e = 1 - \frac{7,5e}{D_{core}}$$

Соответственно, вычитаемое $\frac{7,5e}{D_{core}}$ должно стремиться к нулю.

Найдем граничное значение эксцентриситета:

$$e_{lim} = \frac{D_{core}}{7,5} = \frac{456}{7,5} = 60,8 \text{ мм} = 0,0608 \text{ м}.$$

При $e_0 > e_{lim}$ коэффициент $k_e = 1 - \frac{7,5e}{D_p - 2t_p}$ становится отрицательным, и расчётные сопротивления материалов

принимаются как для одноосного напряженного состояния ($R_{pc} = R_y = 350 \text{ МПа}$, $R_{bp} = R_b = 22 \text{ МПа}$). В рассматриваемом случае $e_0/e_{lim} \approx 2,83$, то есть эксцентриситет почти втрое превышает предельное значение, вследствие чего эффект обоймы полностью выключается из работы колонны.

Для количественной оценки возможного резерва были выполнены условные расчёты короткого (без учёта продольного изгиба) при уменьшенных эксцентриситетах, которые могли бы быть достигнуты, например, изменением условий опирания или увеличением жёсткости колонны.

№ 1 — Расчёт фактический

№ 2 — Расчёт условный, e_0 уменьшен в 2 раза

№ 3 — Расчёт условный, e_0 уменьшен в 3 раза

№ 4 — Расчёт условный, $e_0 = 0,03 \text{ м}$. (практически центральное сжатие)

Таблица 1. Результат расчётов при уменьшенных эксцентриситетах

№	e_0 , м	k_e	R_{bp} , МПа	R_{pc} , МПа	N_{ult} , кН	Прирост к базовому варианту, %
1	0,1723	<0	22	350	4980	–
2	0,0862	<0	22	350	7000	40,6
3	0,0574	0,055	23,9	345,1	7930	59,2
4	0,03	0,507	39,3	327,8	10780	116,5

Из таблицы видно, что даже при двукратном уменьшении эксцентриситета ($e_0 = 0,086$ м.) значение k_e остаётся отрицательным, и обойма не включается. Несущая способность возрастает на 40 % исключительно за счёт снижения изгибающего момента при той же продольной силе. Трёхкратное уменьшение ($e_0 = 0,0574$ м.) лишь ненамного превосходит граничное значение; k_e очень мал, прочность бетона увеличивается всего до 23,9 МПа, и прирост несущей способности (59 %) по-прежнему обусловлен главным образом уменьшением эксцентриситета, а не обоймой. Существенное включение обоймы ($k_e > 0,5$) происходит только при эксцентриситетах менее 0,03 м, которые в реальной конструкции недостижимы без изменения опорных условий или габаритов сечения.

Вывод

Таким образом, для эффективной реализации повышенной прочности бетона за счёт бокового обжатия необходимо обеспечивать расчётный эксцентриситет не более $\frac{D_{core}}{7,5}$. В рассмотренной колонне фактический эксцентриситет значительно превышает эту границу, поэтому трубобетон работает как обычное сталебетонное сечение, а его потенциальные преимущества остаются неиспользованными. Снижение эксцентриситета даже до граничного значения не даёт заметного вклада обоймы — для её включения требуется запас по эксцентриситету примерно двукратный относительно e_{lim} .

Литература:

- СП 266.1325800.2016. Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования (с Изменением № 4). — М.: Минстрой России, 2024. — 98 с.
- Крылов С. Б., Арленинов П. Д., Корнюшина М. П. Экспериментальные исследования устойчивости трубобетонных колонн // Промышленное и гражданское строительство. — 2022. — № 4. — С. 36–42. DOI: 10.33622/0869–7019.2022.04.36–42.
- Кришан А. Л., Римшин В. И., Астафьева М. А. Сжатые трубобетонные элементы. Теория и практика: монография. — М.: АСВ, 2020. — 321 с.

Роль используемых строительных технологий для повышения эффективности проектов в мировой практике

Спасов Александр Валентинович, кандидат экономических наук, директор
ООО «Лайт Девелопмент» (г. Краснодар)

В статье автор исследует тенденции развития строительных технологий на развитых строительных и девелоперских рынках США, Китая, ОАЭ и ЕС, формирует выводы о глобальных тенденциях и инструментах, наличии барьеров и возможностей их применения в РФ и других странах.

Ключевые слова: девелопмент, строительные технологии, BIM, робототехника, автоматизация, модульные технологии, префаб, 3D-печать, цифровые двойники.

В 2025 году объем строительной отрасли во всем мире достиг 16,45 трлн долларов. С 2020 года он увеличился с 13,57 трлн долларов ежегодными темпами роста от 4,2 % до 6,5 %. Ожидается, что к 2029 году объем этого

сектора достигнет 20,44 трлн долларов и, возможно, 25,47 трлн долларов к 2034 году [3], при этом региональные различия создают разнообразные возможности для выхода строительных компаний на различные рынки.

Строительные технологии играют критическую роль в трансформации глобального строительного сектора, выступая ключевым драйвером повышения рентабельности, производительности и устойчивости. Страны с развитыми рынками девелоперской деятельности (США, Китай, ОАЭ и страны ЕС) демонстрируют неоднородные подходы к внедрению, финансированию и развитию инновационных технологических решений, исходя из своих экономических возможностей, особенностей государственного регулирования и стратегических приоритетов.

В целом, глобальный рынок строительных технологий является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей мировой экономики. По прогнозам, он вырастет с 7 млрд долларов США в 2025 году до 30 млрд долларов к 2035 году, что эквивалентно среднегодовому темпу роста (CAGR) в размере 16,9 %. На фоне этого глобального роста модульное и сборное строительство, которое тесно связано с инновационными технологиями, составляет примерно 6–8 % от общемировой строительной деятельности, но темпы его внедрения растут экспоненциально. В США, например, рынок модульного строительства достиг 20,3 млрд долларов в 2024 году (примерно 5,1 % от общего объёма строительства) и ожидается его рост до 25,4 млрд долларов к 2029 году с CAGR около 4,5 % [4].

Согласно исследованиям Future Market Insights, на глобальном уровне выделяются пять основных стран-лидеров по внедрению новых технологий строительства: США, Китай, Германия, Япония и Великобритания. Однако темпы внедрения и фокус стратегии существенно отличаются между регионами. В США происходит активное внедрение таких инновационных технологий, как автоматизация рабочих процессов, внедрение искусственного интеллекта (AI), 3D проектирование в среде BIM и робототехника, которые ведут к новым уровням эффективности и рентабельности.

Ключевыми новыми строительными технологиями, получающими широкое распространение в последнее время, являются:

Building Information Modeling (BIM) — является основной цифровой технологией, обеспечивающей создание трёхмерных моделей зданий со всеми компонентами и структурами в виртуальной среде. По данным Tyler Riddell [13], интеграция BIM с модульным и сборным строительством показывает высокие результаты. Научные исследования демонстрируют, что использование BIM в сборно-модульных проектах улучшает производительность графиков работ на 54 %, координацию на 41 %, снижает переделки на 23–39 % и снижает себестоимость на 35 %. Компании в США, активно использующие BIM для модульного строительства, планируют увеличить применение этой интеграции более чем на половину проектов в ближайшие годы.

Дроны и сканирование. Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), оснащённые AI и машинным обучением, обеспечивают мониторинг в реальном времени, высокоточное 3D сканирование на основе LiDAR локаторов

и тепловизионное отображение. Использование дронов снижает затраты на инженерные изыскания на 40–60 % и предоставляет более частые и точные данные для управления проектом и контроля качества [7].

Робототехника и автоматизация. Автоматизированные системы для кирпичной кладки, сварки и демонтажа позволяют достичь увеличения производительности на 20–30 % в отдельных случаях, однако высокие капитальные затраты ограничивают повсеместное внедрение данной технологии [9].

Искусственный интеллект и аналитика. Генеративный AI трансформирует процессы проектирования, оптимизирует использование материалов и экологическое воздействие проекта на окружающую среду, а также поддерживает прогнозную аналитику для выявления рисков и минимизации задержек при реализации проекта. Согласно исследованиям Intellectsoft [7], AI-приложения в управлении проектами сокращают задержки и простои проектов на 10–20 %.

В США активно развивается сборное и модульное строительство, которое демонстрирует практические финансовые преимущества при реализации проектов. Применяемые в данной технологии методы сборки конструкций снижают требования к трудовой силе на месте на 30–50 %, ускоряют сроки проектирования на 20–40 % и данные технологии требуют минимальный контроль качества. Компании, использующие BIM и модульное строительство вместе, получают маргинальные улучшения благодаря снижению переделок на 15–25 % и повышению точности [3].

Инвестиции американских строительных компаний в НИОКР значительны. Американские крупные строительные корпорации идут в ногу с трендами и в основном инвестируют в облачные решения, автоматизацию на основе AI, исследования робототехники и разработку собственного программного обеспечения. Венчурный капитал в США активно поддерживает стартапы, разрабатывающие конструктивные технологии, создавая инновационную экосистему.

Технологии, разработанные в США, характеризуются высокой степенью коммерциализации и являются относительно доступными для международного лицензирования. Американские компании, такие как производители систем BIM и автоматизированного оборудования, активно экспортируют технологии через лицензионные соглашения, совместные предприятия и прямые инвестиции. Однако адаптация американских технологий к другим регионам часто требует модификаций в соответствии с локальными нормами, существующей материальной базой и сопряжена с высокими затратами.

Китай является безусловным глобальным лидером по темпам внедрения технологий сборного и модульного строительства, опережая в этом США. Эти технологии активно поддерживаются государственными инициативами и масштабными инвестициями в исследования и разработку. Согласно аналитике Mordor Intelligence [10], страна

занимает 33,7 % мирового рынка технологий строительства по состоянию на 2024 год и прогнозируется рост этой доли на 14,9 % до 2030 года.

Одним из результатов вложений в НИОКР в строительные технологии является компания China State Construction Technology (CSCEC), которая разработала передовые системы производства жилья с использованием стально-бетонной композитной модульной конструкции (СМС) [2]. Интеллектуальная производственная линия в научно-исследовательском центре Gaobeidian в Китае достигает производительности «стена за 12 минут, комната за 2 часа» с точностью на уровне миллиметра и уровнем индустриализации 80 %. Эта система производит модульные здания для ключевых проектов с ускорением сроков строительства на 20–50 % по сравнению с традиционными методами.

Как показывают научные исследования, BIM-интеграция на протяжении полного жизненного цикла сборных зданий (от проектирования до демонтажа) позволяет стандартизировать модульные конструкции, повысить планирование производства и улучшить мониторинг бюджета и контроль затрат. Быстрое внедрение передовых модульных технологий в Китае привело к значительному сокращению сроков строительства и увеличению объёмов производства.

Инновационная модель DPTA (Дизайн-Префабрика-Транспорт-Сборка), разработанная China Construction Third Engineering Bureau [1], представляет комплексный подход к управлению сборным строительством, сокращая время цикла проекта и повышая прогнозируемость затрат.

В китайском строительстве также активно развиваются специализированные инновации для высотного строительства, включая системы интеллектуального домкратирования опалубки, высокопроизводительные бетонные насосные системы для супер-высоких зданий и производство сборных компонентов для высотных проектов [11].

Согласно данным Future Market Insights, рынок модульного и сборного строительства в Китае растёт и продолжит расти с совокупными среднегодовыми темпами роста 7,7 % (2025–2035) [5], что выше, чем в любой другой стране, благодаря масштабным программам доступного жилья, государственным мандатам на продвижение сборки и целям углеродной нейтральности.

Интеграция передовых технологий и модульной конструкции позволила китайским компаниям радикально сократить сроки доставки и затраты, усилить контроль качества, обеспечивая более высокую степень маржинального дохода на больших объёмах благодаря стандартизированным процессам производства.

Инвестиции Китая в исследования и разработки для строительных технологий являются самыми крупными в мире. Например, только компания China State Construction (CSCEC) в 2022 году потратила 49,7 млрд юаней (6,8 млрд долларов США) на НИОКР [11]. CSCEC функционирует с двумя национальными научными и технологическими инновационными платформами: Государ-

ственной лабораторией зелёного строительства и Национальным центром технологических инноваций цифрового строительства, а также пятью национальными центрами технологий предприятий.

Китай развивает собственное ПО для BIM (AECMate), проводит исследования в области строительной робототехники, интеллектуальных площадок, технологий 5G и блокчейна в строительстве [8]. Государственная поддержка НИОКР в сочетании с частными инвестициями создаёт благоприятную среду для непрерывного инновационного цикла.

Технологии, разработанные в Китае, включая системы СМС, производство модульных компонентов и интеграцию BIM в сборке, начинают экспортироваться в другие развивающиеся и развитые страны посредством совместных предприятий, лицензирования и прямого участия китайских компаний в международных проектах. Однако передача этих технологий остаётся сложной из-за различий в нормативных требованиях, строительных кодексах и предпочтениях относительно используемых материалов. Основными барьерами для доступа к технологиям Китая являются: отсутствие единых проектных кодов, транспортные ограничения, нехватка обучения по применению технологий, недостаточное количество инвесторов в целевых странах, а также несовместимость ИТ систем.

Очень интересен строительный рынок ОАЭ, особенно Дубай, который выступает как полигон для внедрения передовых строительных технологий благодаря масштабным мегапроектам, благоприятному регулированию и высоким инвестициям. Регион активно внедряет BIM, дроны, IoT-системы управления и цифровые платформы проекта.

Согласно исследованиям Mordor Intelligence [10], Дубай требует использования BIM для всех новых строительных разрешений, что обеспечивает высокий уровень цифровой интеграции в региональных проектах. Это государственное требование создало стимул для всех разработчиков и подрядчиков внедрять BIM-системы, улучшая координацию между дисциплинами и снижая переделки в рамках реализуемых проектов.

ОАЭ также активно развивает технологии для интеллектуальных городов (Smart City), включая сенсорные системы и IoT, системы автоматизации зданий и цифровые двойники, которые позволяют оптимизировать энергопотребление и операционную эффективность на протяжении жизненного цикла объекта.

Строительная индустрия ОАЭ широко использует дроны для мониторинга хода строительства, инспекции конструкций и сбора пространственных данных, обеспечивая высокую точность планирования и контроля качества.

Хотя явные количественные данные о влиянии на рентабельность проектов в ОАЭ ограничены (информация является достаточно закрытой), качественные исследования показывают, что интеграция BIM и IoT-систем

улучшает синхронизацию проектов, снижает конфликты на месте работ и обеспечивает более предсказуемые графики реализации проектов и закупки необходимых материалов.

С точки зрения исследований и инноваций, ОАЭ фокусируется в первую очередь на внедрении и адаптации технологий, разработанных в других регионах (США, Европа), а не на самостоятельных НИОКР. Однако отдельные компании, такие как DAMAC Properties, инвестируют в цифровизацию управления проектами и разработку собственных платформ для управления активами. Государство поддерживает инновационные проекты через глобальные стратегии Vision 2030 Saudi Arabia и UAE Vision 2050, выделяя ресурсы на цифровую трансформацию и развитие умных технологий.

ОАЭ выступает как потребитель передовых технологий, импортируя BIM-решения, дроны и IoT-платформы из США, Европы и Азии. Высокий уровень инвестиций и благоприятное регулирование делают ОАЭ привлекательным рынком для поставщиков технологий, которые часто открывают региональные офисы для адаптации и поддержки технологических решений.

Самым близким соседом для РФ по изучению опыта в строительной сфере является Европа, которая особенно выделяется своим акцентом на устойчивое развитие (ESG), энергоэффективность и стандартизацию технологий как средства повышения конкурентоспособности. Согласно исследованиям Future Market Insights, выделены ключевые направления и технологии, применяемые в строительной сфере в Европе [5]:

- Building Information Modeling и модульное строительство;
- Использование поперечно-клееного бруса (CLT) и иных материалов на основе дерева;
- Цифровые двойники и IoT;
- Решения для углеродного следа и отслеживания материалов.

Европейские страны (Германия, Великобритания, Скандинавия) демонстрируют высокий уровень внедрения BIM и модульных конструкций в строительстве, интегрируя их с требованиями к энергоэффективности и углеродному следу. Рынок модульного и сборного строительства в Европе растёт на 6,0–6,6 % в среднем в год для Франции и Германии соответственно, при этом, для сравнения, Швеция и Япония занимают лидирующие позиции с использованием сборки в 20 % и 16 % проектов жилищного строительства соответственно.

Европа является авангардом применения экологичных материалов, особенно CLT для модульного строительства. Крупные производители активно инвестируют в автоматизацию для внесетевого производства компонентов, повышая свою производительность и качество изготавливаемых модулей.

Европейские компании также активно разрабатывают технологии цифровых двойников для мониторинга и оптимизации эффективности зданий. IoT-сенсоры и си-

стемы управления позволяют европейским застройщикам достичь экономии электроэнергии до 30 % при последующей эксплуатации, благодаря чему инвестиции в IoT-автоматизацию растут примерно на 20 % ежегодно в Европе.

Европейские нормы об обязательном раскрытии выделенного углерода стимулируют развитие цифровых систем для отслеживания используемых материалов и осуществляемых строительных процессов. Это создаёт новую категорию технологий конструирования, сосредоточенных на принципах устойчивости.

Согласно исследованиям R&D Investment [12], интеграция BIM, модульной конструкции и IoT-систем в Европе позволяет снизить сроки проектирования в среднем на 20–50 %, уменьшить затраты на строительство и улучшить операционную эффективность в жизненном цикле здания. Проекты с использованием этих технологий часто получают доступ к финансированию на основе ESG и имеют более высокую готовность инвесторов благодаря пониженному экологическому риску.

Европейские крупные строительные компании, такие как Vinci, Bouygues и Skanska, значительно инвестируют в НИОКР. Vinci располагает бюджетом на НИОКР 50 млн евро (54 млн долларов) и управляет инновационной платформой Leonard, сосредоточенной на рисках, изменении климата и мобильности. Bouygues потратила 71 млн евро (77,3 млн долларов) на НИОКР в 2023 году, с акцентом на цифровые двойники, низкоуглеродные материалы и лабораторию рабочего участка ScaleOne. Данные представлены в статье Нейла Геррарда [11].

Европейское инвестирование в НИОКР в целом выросло на 9,8 % в 2023 году, превысив рост в США (5,9 %) и приблизилось к уровню в Китае (9,6 %). Однако европейские компании в основном сосредоточены на автомобилестроении (34,2 % от общего НИОКР), в то время как вложения в программное обеспечение остаются позади США примерно в 10 раз [12].

Европейский союз осуществляет поддержку отрасли через программу Horizon Europe, которая финансирует исследовательские проекты, связанные с экологичным строительством и цифровой трансформацией. Например, Bouygues получила финансирование по проекту BIO4EEB для разработки биоориентированных материалов облицовки. Правительства отдельных стран также стимулируют внедрение через налоговые льготы, субсидии на возобновляемую энергию в зданиях и требования по энергоэффективности.

Европейские технологии, особенно в области IoT, цифровых двойников и материалов с низким углеродным следом, легко экспортируются благодаря открытым стандартам и открытым протоколам (BACnet, KNX, MQTT). Европейские нормы часто становятся глобальными стандартами, позволяя компаниям, соответствующим им, расширяться на международные рынки. Поэтому данные технологии легко применимы в РФ.

Таким образом, следует выделить следующие глобальные тренды в разработке новых строительных технологий:

Генеративный AI и оптимизация дизайна. Генеративный AI преобразует процесс проектирования, позволяя архитекторам и инженерам создавать множество вариантов дизайна, оптимизировать использование материалов и симулировать экологическое воздействие. Эта технология интегрируется с BIM и IoT для поддержки прогностической аналитики на этапе проектирования, выявляя риски и минимизируя задержки.

3D-печать в строительстве (аддитивное производство). 3D-печать позволяет печатать трёхмерные объекты слой за слоем из цифрового файла. Технология снижает графики проектирования, уменьшает затраты на рабочую силу, оптимизирует использование материалов и исключает отходы. Текущие вызовы включают высокие затраты на крупномасштабные принтеры, но потенциал технологии огромен для создания сложных архитектурных элементов и персонализированных конструкций.

Блокчейн для управления контрактами и логистикой. Блокчейн создаёт неизменяемую цифровую цепь для записи транзакций и этапов проекта. Технология повышает прозрачность, безопасность и автоматизирует платежи через смарт-контракты. В строительстве это уменьшает сложности администрирования работ в части управления субподрядчиками и поставками, особенно в международных проектах.

Системы цифровых двойников. Цифровые двойники создают виртуальные представления физических зданий, позволяя симулировать производительность, тестировать системы перед внедрением и оптимизировать операции в реальном времени. Развиваются интеграции с IoT, AI и BIM, обеспечивая комплексный взгляд на эффективность возводимых здания.

Роботизация процессов. Развивающаяся область строительства, которая включает автономные экскаваторы и иную строительную технику с AI-управлением (Япония), а также роботизированные системы кладки кирпича, программируемые манипуляторы для сварки и демонтажа, коллаборативные роботы (cobots), работающие рядом с людьми.

Материалы с низким углеродным следом. Глобальный тренд развития строительных технологий включает применение инновационных материалов с низким углеродным следом, таких как низкоуглеродистый бетон, кросс-клееный массив (CLT), материалы из вторсырья и продвинутые изоляционные системы, поддерживаемые цифровыми системами отслеживания и сертификации.

Существует несколько вариантов передачи передовых технологий для возможности их применения за пределами страны-разработчика, которые варьируются по сложности и эффективности их использования, выделенные George Ofri [6]:

1. Лицензионные соглашения, которые позволяют передавать права на использование изобретений и патентов за фиксированную сумму или роялти. В строительстве лицензирование программного обеспечения BIM, материалов и производственных систем является общей прак-

тикой, особенно между США и Европой, а также между Европой и иными странами.

2. Совместные предприятия остаются наиболее предпочтительным инструментом передачи технологии в строительстве. Федеральные банки одобряют образование совместных предприятий, хотя обычно предпочитают добровольные договорённости вместо обязательных. Однако совместные предприятия сталкиваются с вызовами, включая сложность мониторинга передачи технологий и данных, поиск местного партнера, способного извлечь пользу из данной передачи, и согласование иностранного партнёра с технической способностью и пригодностью для реализуемого проекта.

3. Крупные технологические компании создают дочерние компании в стране-реципиенте для адаптации технологии к локальным условиям и нормам.

4. Компании заключают соглашения о совместных исследованиях и разработках с локальными партнёрами или исследовательскими учреждениями, обеспечивая культурно-чувствительную адаптацию технологий.

5. Обучение и развитие персонала. Передача включает очное и заочное обучение, контрактное обучение и обучение операторов на проектах.

Несмотря на множество каналов, существуют значительные барьеры к успешной передаче и внедрению технологий:

— Разные страны применяют различные строительные кодексы и нормы проектирования, требуя адаптации иностранных технологий. Например, американские стандарты BIM не всегда совместимы с европейскими или китайскими требованиями.

— Высокие начальные затраты на внедрение технологий (особенно BIM и автоматизированные системы) являются главным барьером для малых и средних компаний и компаний в развивающихся странах.

— Отсутствие открытых протоколов и стандартов затрудняет интеграцию различных систем (IoT-сенсоры, BIM-платформы, системы управления) через границы.

— Внедрение сложных технологий требует специализированного обучения и персонала. Недостаток подготовленных кадров является серьёзным барьером особенно в развивающихся странах.

— Соппротивление изменениям в традиционных строительных компаниях, консервативность отрасли и различия в управленческих подходах замедляют внедрение.

— Трансграничная передача компонентов сборного строительства и оборудования требует развитой логистической инфраструктуры, которая неравномерно развита в разных регионах.

— Некоторые страны накладывают ограничения на экспорт критических технологий или требуют локализации НИОКР как условия иностранных инвестиций.

Компании, которые активно инвестируют в НИОКР, демонстрируют долгосрочное преимущество в рентабельности. Например, CSCEC, благодаря своим инвестициям в СМC-технологии, может производить модульные

здания быстрее и с лучшим контролем качества, что приводит к повышению маржи на больших проектных объемах. Аналогично, европейские компании, инвестирующие в низкоуглеродные материалы и IoT-системы, получают доступ к растущему сегменту проектов, поддержанных ESG-финансированием, что обеспечивает премиальную оценку их проектов.

Наиболее успешные компании интегрируют несколько технологий для создания синергий, которые усиливают влияние на их рентабельность, например такие сочетания:

— BIM + модульное строительство + IoT: Данная интеграция позволяет создавать виртуальные модели модульных компонентов, автоматизировать производство, отслеживать качество в реальном времени и оптимизировать логистику доставки.

— AI + Дроны + Цифровые двойники: Текущая комбинация обеспечивает автоматический мониторинг хода строительства, выявление проблем на ранних этапах и прогностическое управление рисками.

— Блокчейн + Контрактное управление + IoT: Комбинация создаёт полностью прозрачную и автоматизированную систему управления контрактами, платежами и мониторингом производительности.

Исследования, проведенные Dojo Business Team [3] демонстрируют количественные преимущества применения строительных технологий:

- Использование BIM в модульном строительстве сокращает время проектирования на 20–50 %;
- Сборка компонентами (модулями) снижает сроки строительства на этапе объекта на 30–50 %;

- Применение BIM снижает переделки в проекте на 15–25 %;
- Модульное строительство снижает затраты на рабочую силу на месте на 30–50 %;
- Применение дронов снижает затраты на изыскания на 40–60 %;
- Сборное строительство снижает строительные отходы на 15–20 %;
- Применение IoT-систем сокращает энергопотребление зданий на 30 %;
- Роботизированные системы обеспечивают производительность на 20–30 % выше в отдельных случаях, при этом улучшая безопасность рабочих.

Различные регионы демонстрируют неоднородные подходы к строительным технологиям, что отражает их экономические возможности, регуляторные среды и стратегические приоритеты. США лидируют в разработке AI, автоматизации и высокочрезвычайных инновационных решений, ориентируясь на производительность и операционную эффективность. Китай демонстрирует наиболее агрессивное внедрение технологий через масштабирование и государственное финансирование НИОКР (особенно в сборном и модульном строительстве) с целью достичь углеродной нейтральности и производить жилье в массовом масштабе. ОАЭ выступает как адаптер глобальных технологий, внедряя их для мегапроектов и развития умных городов. Европа лидирует в разработке технологий устойчивого развития, системной стандартизации и интеграции IoT с акцентом на энергоэффективность и углеродный след.

Таблица 1. Сравнительный анализ технологий строительства (подготовлено автором)

Критерии оценки	США	Китай	ОАЭ	ЕС
Основные технологии	BIM, ИИ, робототехника, дроны, автоматизация	СМС, Сборное производство, BIM, производственные линии	BIM (обязательный), IoT, умные города, дроны	BIM, CLT, цифровые двойники, IoT, низкоуглеродные материалы
Среднегодовой темп роста рынка	4,5 % (модульное)	7,7 % (модульное)	5,5 % (прогноз)	6,0–6,6 % (модульное)
Сэкономленное время	20–40 % при проектировании	20–50 % в целом	15–25 % (прогноз)	20–50 % при проектировании
Сэкономленные затраты	на 15–25 % снижение переделок	30–50 % снижение затрат на труд	20–30 % (прогноз)	на 15–25 % снижение переделок + 30 % энергия
Инвестиции в НИОКР	варьируются	6,8 млрд. долл. США (2022 год)	Ограниченно — импорт технологий	77 млн. евро (2023 год)
НИОКР от выручки, %	1–2 %	2,4 %	<1 %	1–1,5 %
Внедрение сборного строительства	5–8 %	15–20 %	8–12 % (прогноз)	12–20 %
Основной механизм передачи технологий	Лицензирование, совместные предприятия	Внутренние НИОКР и совместные предприятия	Импорт и адаптация	Открытые стандарты, сотрудничество
Основные барьеры	Высокие капитальные затраты, навыки рабочих	Адаптация норм по регионам	Цепочка поставок, нехватка экспорта	Переквалификация, сложность интеграции

При этом компании, вне зависимости от региона, которые инвестируют значительные ресурсы в НИОКР и внедряют комплексные технологические решения, демонстрируют более высокие маржинальные доходности, более предсказуемые графики реализации проектов и обеспечивают лучший контроль качества. Государственная поддержка НИОКР, как в Китае и Европе, ускоряет темпы инноваций, позволяя компаниям быстрее масштабировать технологии.

Несмотря на растущее международное внимание к передаче технологии, значительные барьеры (отсутствие единых стандартов, финансовые ограничения, нехватка обучения и культурное сопротивление) замедляют вне-

дрение новых технологий. Однако разработка открытых стандартов (BACnet, KNX, MQTT) и рост международных совместных предприятий создают возможности для более быстрого распространения инноваций.

Глобальная тенденция развития строительных технологий указывает на углубление интеграции AI, IoT, блокчейна и цифровых двойников. По мере снижения затрат на технологии и развития обучающих программ, ожидается ускорение внедрения в развивающихся странах. Государственные инициативы по поддержке зелёного строительства и углеродной нейтральности будут продолжать стимулировать разработку новых технологий для мониторинга и оптимизации углеродного следа.

Литература:

1. Aarni Heiskanen, Building the Future: Inside China's Cutting-Edge Construction Innovations — Aarni Heiskanen, найдено 29 октября 2025, <<https://aec-business.com/building-the-future-inside-chinas-cutting-edge-construction-innovations/>>
2. China State Construction Group Co., Ltd., Houses Built on Production Lines: Exploring China Construction Technology — China State Construction Group Co., Ltd., найдено 29 октября 2025, <<https://ccistc.cscec.com/en/News/202504/3864471.html>>
3. Dojo Business Team, Construction Industry: Market Size and Growth Trends — Dojo Business Team, найдено 29 октября 2025, <<https://dojobusiness.com/blogs/news/construction-industry-market-size>>
4. Future Market Insights, Construction Tech Market Size and Share Forecast Outlook (2025 to 2035) — Future Market Insights, найдено 28 августа 2025, <<https://www.futuremarketinsights.com/reports/construction-tech-market>>
5. Future Market Insights, Modular & Prefabricated Construction Market Size and Share Forecast Outlook 2025 to 2035 — Future Market Insights, найдено 29 октября 2025, <<https://www.futuremarketinsights.com/reports/modular-prefabricated-construction-market>>
6. George Ofori, Construction technology transfer: issues and options — George Ofori найдено 29 октября 2025, <<https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB17206.pdf>>
7. Intellectsoft, 11 Emerging Construction Technology Trends 2025 — Intellectsoft, найдено 29 октября 2025, <<https://www.intellectsoft.net/blog/emerging-construction-technology-trends/>>
8. Jiawei Zhang, Lihong Li, Intelligent Construction Technology Adoption Driving Strategy in China: A Tripartite Evolutionary Game Analysis — Jiawei Zhang, Lihong Li, найдено 29 октября 2025, <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9578914/>>
9. Kristel Sapungan, Top 7 Construction Technologies Transforming the Industry in 2025 — Kristel Sapungan, найдено 29 октября 2025, <<https://www.mastt.com/blogs/construction-technologies>>
10. Mordor Intelligence, Construction Technology Market Analysis — Mordor Intelligence, найдено 29 октября 2025, <<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/construction-technology-market>>
11. Neil Gerrard, What 9 of the world's top construction companies spend on R&D — Neil Gerrard, найдено 29 октября 2025, <https://www.constructionbriefing.com/news/what-9-of-the-worlds-top-construction-companies-spend-on-rd/8038151.article?zephhr_sso_ott=oFeH0Y>
12. R&D Investment, The EU Industrial R&D Investment Scoreboard 2024 highlights Europe's momentum but underscores productivity and sectoral concentration challenges — R&D Investmen, найдено 29 октября 2025, <<https://www.zabala.eu/news/investment-scoreboard-2024/>>
13. Tyler Riddell, How BIM is Driving Prefabrication and Modular Construction — Tyler Riddell, найдено 29 октября 2025, <<https://www.msuite.com/how-bim-is-driving-prefabrication-and-modular-construction/>>

Применение метода УФ-отверждения на месте при ремонте сетей канализации

Чжу Чаоци, студент магистратуры

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Метод УФ-отверждаемого восстановления труб на месте используется для бестраншейного устранения дефектов ливневых и бытовых канализационных сетей в муниципальном хозяйстве. В статье представлены состав материалов и принцип действия технологии. На основе инженерных примеров проведено сравнение состояния трубопроводов до и после ремонта, что доказывает преимущества данного метода: практичность, короткие сроки строительства, возможность применения в широком спектре геологических условий и высокая комплексная экономическая эффективность.

Ключевые слова: УФ-отверждение, дефекты муниципальных трубопроводов, бестраншейный ремонт.

1. Введение

В условиях стремительного развития городов технология бестраншейного восстановления труб на месте с УФ-отверждением получила широкое распространение. Она подходит для устранения дефектов труб любого типа, включая некруглые и изогнутые трубопроводы. Внутренняя оболочка имеет высокую прочность при малой толщине стенки, плотно прилегает к старой трубе и почти не снижает пропускную способность трубопровода после ремонта. Технология не требует земляных работ, минимально влияет на наземное движение, отличается высокой скоростью строительства и обеспечивает значительные экономические и социальные эффекты.

2. Принцип УФ-отверждаемого восстановления труб

Материалы для УФ-отверждения состоят из фотоинициатора, олигомеров, разбавителей и других вспомогательных компонентов. При воздействии интенсивного ультрафиолетового излучения фотоинициатор переходит из основного состояния в возбуждённое, подвергается химическому разложению с образованием активных фрагментов. Они инициируют полимеризацию активных мономеров и олигомеров, в результате чего система мгновенно переходит из жидкого в твёрдое состояние с образованием сплошного покрытия.

3. Пример инженерного применения — ремонт канализационной трубы на улице Пинъань города Сиань

Улица Пинъань в городе Сиань является шестиполосной дорогой с двусторонним движением и имеет интенсивный транспортный поток. Канализационный трубопровод выполнен из железобетонных труб диаметром DN800 и проложен преимущественно в зелёной полосе с западной стороны дороги. По результатам диагностики выявлено массовое повреждение существующей трубопроводной сети, на стыках труб наблюдаются значительные смещения и утечки, что требует срочного проведения ремонтных работ.

Этот проект ремонта сталкивается с трудностями из-за широкого распространения и большого количества дефектов. Участок 1090WHPW007–1090WHPW008 пересекает реку Цзяошань, имеет глубину залегания 4,1–4,9 м и длину 68,2 м. Результаты обследования показали, что этот участок трубопровода имеет такие дефекты, как протечки, повреждения и коррозия. Согласно Гражданскому процессуальному кодексу 181–2012 «Технические условия по проверке и оценке городских канализационных трубопроводов», расчетная плотность структурных дефектов и индекс ремонта трубопровода $RL > 7$ классифицируют его как IV уровень, требующий немедленного ремонта. После сравнительного анализа и технической демонстрации процессов ремонта для его проведения была выбрана технология ультрафиолетового отверждения.

4. Ремонт трубопроводов с помощью УФ-отверждения

Процесс ремонта с использованием УФ-отверждения и интегральной футеровки включает механическое натяжение для втягивания войлочной трубки, пропитанной фоточувствительной смолой [1], в ремонтируемую трубу, впрыскивание сжатого воздуха для обеспечения ее плотного прилегания к внутренней стенке трубы и использование УФ-излучения для отверждения смолы внутри трубы, образуя новую высокопрочную трубу с футеровкой из смолы для достижения цели ремонта.

4.1. Съемка толщины стенки

Согласно Гражданскому кодексу 181–2012 «Технические условия по проверке и оценке городских канализационных трубопроводов», была рассчитана плотность структурных дефектов и индекс ремонта трубопроводов [2]. Для проектирования был принят полуструктурный ремонт. Минимальная толщина стенки внутренней облицовки трубы рассчитывалась по формулам (1), (2) и (3). Толщина стенки материала принималась равной 8 мм.

$$t = \frac{D}{\left[\frac{2KE_L C}{PN(1 - U^2)} \right]^{\frac{1}{3}} + 1} \quad (1)$$

$$t = \frac{D_0}{\left[\frac{2KE_L C}{PN(1 - U^2)} \right]^{\frac{1}{3}} + 1} \quad (2)$$

$$C = \left[\frac{(1 - \frac{q}{100})}{(1 + \frac{q}{100})^2} \right]^3 \quad (3)$$

$$q = 100 \times \frac{D_E - D_{\min}}{D_E} \quad (4)$$

Где: t — толщина стенки облицовки (мм); D_0 — наружный диаметр облицовки (мм); K — коэффициент окружной опоры, рекомендуемое значение 7,0; E_L — долговременный модуль упругости облицовки (МПа); C — коэффициент снижения эллиптичности; P — давление грунтовых вод в верхней части облицовки (МПа); N — коэффициент безопасности, принимаемый равным 2,0; μ — коэффициент Пуассона, принимаемый равным 0,3 для облицовки, отверждаемой на месте, и 0,45 для полиэтиленовой облицовки; q — эллиптичность исходного трубопровода (%), может приниматься равным 2 %; D_E — средний внутренний диаметр исходного трубопровода (мм); D_{\min} — минимальный внутренний диаметр исходного трубопровода (мм); D_{\max} — максимальный внутренний диаметр исходного трубопровода (мм).

4.2. Процесс строительства

Поскольку трубопровод расположен ниже русла реки, предварительная обработка проводилась после осушения через коффердам. Сначала был заблокирован отводной канал, затем внутренняя стенка трубопровода была очищена с помощью водяного пистолета высокого давления. Для осмотра состояния внутренней стенки трубопровода перед ремонтом использовался робот с видеонаблюдением. Наконец, повреждения были заделаны цементным раствором.

После предварительной обработки, в зависимости от условий на месте, шланг был протянут от скважины 1090WHPW007 к скважине 1090WHPW008. Внутренняя облицовочная труба и УФ-отверждаемое вещество были установлены на место. Была установлена солнцезащитная палатка, смонтированы направляющие шкивы, и заделаны узлы. Для обрезки корней деревьев внутри трубопровода использовался фрезерный робот, а к обоим концам узлов были привязаны водонепроницаемые прокладки [3].

Перед вставкой шланга внутрь существующей трубы следует уложить прокладочный слой, чтобы предотвратить трение внутреннего шланга о дно старой трубы во время вставки, тем самым защищая шланг от повреждений. Прокладочный слой должен быть закреплен на дне ремонтируемой трубы, покрывая более 1/3 окружности трубы [4–5], и должен достаточно выступать за

длину ремонтируемой трубы с обоих концов. После того, как прокладочный слой будет растянут и сплюснен, оба конца должны быть надежно зафиксированы.

Шланг, пропитанный смолой, следует вытягивать в ремонтируемую трубу плавно и медленно, чтобы предотвратить истирание или царапины на шланге; после вытягивания шланга в существующую трубу его следует сложить пополам и положить на мягкую подкладку из пленки [6].

После обвязки и закрепления концов ремонтного рукава последовательно запускают временный электрогенератор и нагнетатель высокого давления. После стабилизации работы компрессорного нагнетателя открывают выпускной клапан воздуховода высокого давления и подают сжатый воздух внутрь рукава. Регулируя расход воздуха через выпускной клапан, поддерживают постоянное давление внутри рукава в течение 40 минут.

После того, как ультрафиолетовая лампа попадет в шланг, накачайте его второй раз и продолжайте накачивание и поддержание давления в течение 40–50 минут. Одновременно подготовьтесь к ультрафиолетовой обработке. Перед повторным накачиванием шланга рекомендуется установить уплотнительную ленту между внешней стенкой шланга и внутренней стенкой старой трубы на расстоянии 0,2 м от отверстия трубы. На входном конце шланга устанавливается устройство для накачивания, оснащенное устройством для контроля и отображения давления сжатого воздуха [3]. Перед накачиванием убедитесь в герметичности всех соединений и установите на конце трубы регулирующий клапан для регулировки давления воздуха в трубе. Давление накачивания должно привести к полному расширению шланга и его плотному прилеганию к надуваемому шлангу. Отремонтируйте внутреннюю стенку трубы, не повреждая саму трубу или шланг; поместите держатель УФ-лампы внутрь шланга и протяните его к другому концу трубы, используя трос держателя лампы.

В завершение выполняют операции по включению ультрафиолетовых ламп, обратному вытягиванию ламповой рамы и проведению работ по отверждению. Скорость движения УФ-лампы следует разумно регулировать в зависимости от диаметра и толщины стенки внутренней облицовочной трубки. На начальном этапе отверждения скорость перемещения УФ-лампы должна составлять 0,20–0,30 м/мин. В процессе отверждения шланга необходимо следить за расстоянием перемещения держателя УФ-лампы, отображаемым на дисплее панели управления, и обращать внимание на маркировку кабеля. Когда держатель УФ-лампы находится на расстоянии 0,50 м от конечной точки, скорость перемещения УФ-лампы следует уменьшить. В процессе УФ-отверждения необходимо поддерживать определенное давление воздуха внутри внутренней облицовочной трубки для обеспечения плотного контакта между внутренней облицовочной трубкой и стенкой исходной трубки. Такие параметры, как давление внутри

трубки, температура и крейсерская скорость генератора УФ-излучения, должны регистрироваться в режиме реального времени в процессе отверждения, а также необходимо собирать видеоданные с камер видеонаблюдения до и после отверждения. После отверждения шланга воздушный компрессор следует выключить, и давление внутри трубки следует медленно снижать. После того, как давление внутри трубки упадет до атмосферного, сначала можно снять ролик и шкив, затем воздухозаборную трубку и торцевую крышку, и, наконец, извлечь держатель УФ-лампы, а также отсоединить управляющий кабель и тяговый трос.

4.3. Последующая обработка

После завершения ремонта трубопровода и затверждения внутренней облицовки, назначенный специалист с помощью режущего станка удалит излишки облицовочной трубы. В зазор между отверстием облицовочной трубы и ремонтируемым отверстием трубы будет нанесено быстротвердеющее гидроизоляционное средство, или будет установлена уплотнительная лента для предотвращения протечек между отремонтированной облицовочной трубой и боковой стенкой смотрового колодца.

После затвердевания шланга его охлаждают до комнатной температуры и давления, прежде чем рабочие войдут в смотровой колодец для удаления узлов. Излишки облицовочной трубы в начальном и конечном смотровых колодцах будут удалены с чистыми срезами, обеспечивающими выступание облицовочной трубы на 20 мм за пределы старого отверстия трубы с каждой стороны. Будет проверена адгезия между старой трубой и облицовочной трубой в месте ее установки, а кольцевые зазоры будут заполнены быстротвердеющим смоляным клеем для герметизации. После обработки двух концов отремонтированного участка трубы будет использован тяговый трос для извлечения облицовочной мембраны. Одновременно с этим назначенный сотрудник извлечет внутреннюю облицовочную мембрану шланга и очистит место проведения работ по отверждению.

5. Результаты проверки

Визуально внутренняя стенка трубы не имела расслоений или отслоений; внутренняя труба и отремон-

тированная труба были плотно прилегали друг к другу, без протечек воды в зазорах; на расстоянии 50 м от внутренней стенки трубы с внутренней облицовкой имелись четыре непрерывные складки, относительная высота которых составляла менее 2 % от внутреннего диаметра трубы; имелось одно локальное выпячивание, относительная высота которого не превышала 5 % от диаметра трубы, что соответствует всем требованиям.

После установки трубы с внутренней облицовкой она была охлаждена до температуры окружающего грунта, и было проведено испытание на герметичность. Испытание на водонепроницаемость соответствовало положениям GB 50268–2008 «Кодекс строительства и приемки водопроводных и канализационных трубопроводов». При данном ремонте видеосъемка показала, что до ремонта стенка трубы была сильно повреждена и протекала, в то время как после ремонта стенка трубы стала гладкой и ровной, с приемлемым внешним видом. Испытание на герметичность после ремонта также было удовлетворительным. Конкретные результаты представлены в таблице 1.

6. Заключение

На практике технология бестраншейного ремонта с использованием УФ-отверждения обладает следующими преимуществами:

1. Короткое время строительства. Скорость УФ-отверждения обычно составляет 0,5–0,9 м/мин, и её можно контролировать автоматически. При ремонте труб одинакового диаметра и длины процесс УФ-отверждения сокращает время строительства на 2/3 по сравнению с методом переворачивания.

2. Оборудование простое. Крупномасштабное оборудование требует только одного ультрафиолетового отвердителя, одного подъемного локомотива и одного компрессора, что уменьшает занятость строительной площадки и влияние на окружающую среду. короткое время затвердевания ультрафиолетового света снижает внутреннее напряжение при ремонте оригинального трубопровода.

3. После ремонта внутренняя стенка гладкая, внутренняя втулка имеет большую прочность, хорошую долговечность, небольшое влияние на внутренний диаметр оригинального трубопровода, меньшее изменение потока внутреннего диаметра трубопровода.

Таблица 1. Сравнение характеристик трубопровода до и после ремонта

Сравнение проектов	До ремонта	После ремонта
Место утечки	5 мест	0 мест
Внутренняя стенка трубы	шероховатая, морщинистая	гладкая
Пропускная способность воды	Плохая	Хорошая
Результаты непрерывного 72-часового мониторинга	Просачивание воды присутствует	Просачивание воды отсутствует

Литература:

1. Чжэн Жуй. Исследование ремонта внешней трубопроводной сети очистных сооружений Сянбань города Фу-чжоу [J]. Фуцзяньское строительство, 2018, № 3: 61–66.
2. Министерство жилищного строительства и городского и сельского строительства Китайской Народной Республики. Технический регламент по бесканальной реконструкции и обновлению городских дренажных трубопроводов CJJ/T 210–2014 [S]. Пекин: Издательство строительной промышленности Китая, 2014.
3. Сун Далэй, Линь Жун, Лю Айхуа. Применение технологии УФ-отверждения в работах по ремонту трубопроводов [J]. Исследования инженерной техники, 2020, т.5, № 1: 93–94.
4. Чэнь Сяолин. Применение метода УФ-отверждения CIPP с затягиванием в комплексных работах по благоустройству водной среды [J]. Надзор в строительстве, 2021, № 8: 82–84.
5. Чжао Чжицзянь, Пан Чан. Применение бесканальной технологии ремонта УФ-отверждения (CIPP) при восстановлении повреждённых трубопроводных сетей [J]. Умный город, 2019, т.5, № 21: 83–84.
6. Линь Янань. Применение новых полиуретановых материалов при ремонте городских водопроводных трубопроводов [J]. Технический надзор в водном хозяйстве, 2022, № 7: 120–121, 148.

Анализ технологий бестраншейного восстановления городских дренажных трубопроводов

Чжу Чаоци, студент магистратуры

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Городские дренажные трубы являются незаменимой и важной инфраструктурой для современных городов и поселков. С быстрым развитием городов и поселков городская подземная дренажная сеть становится все более сложной, нагрузка на городские дороги становится все тяжелее и тяжелее. Традиционные методы раскопок и восстановления погребенных труб сталкиваются со все большими ограничениями и техническими проблемами. Вместо того, чтобы копать и прокладывать трубы, ремонтировать и заменять трубы технологии не влияют на движение, скорость прокладки труб, высокая эффективность, отсутствие экологического ущерба, не влияет на нормальную работу людей, жизнь и другие преимущества. В статье в основном описываются преимущества применения технологий, не связанных с раскопками и ремонтом, в городских дренажных трубопроводах, а также несколько широко используемых технологий, не связанных с раскопками и ремонтом дренажных трубопроводов, и предлагаются меры по оптимизации применения технологий, не связанных с раскопками и ремонтом.

Ключевые слова: городские дренажные трубопроводы, бестраншейные технологии восстановления труб, преимущества практического применения, технический анализ.

Введение

Традиционные методы технического обслуживания и ремонта городских дренажных труб, как правило, требуют раскопок и замены поврежденных трубопроводов, что является трудоемким и может привести к серьезным нарушениям городского транспорта и окружающей среды. Благодаря научно — техническому прогрессу и инновациям в области инженерных технологий появилась технология восстановления городских дренажных труб без раскопок, и непрерывное развитие этой технологии сделало ремонт трубопроводов более эффективным, экономичным и экологически чистым. Технология неразборчивого восстановления городских дренажных труб имеет важное значение для поддержания городской инфраструктуры, позволяя эффективно восстанавливать поврежденные трубопроводы, не копая землю, уменьшая

помехи городской среде и транспорту, а также снижая затраты на обслуживание трубопроводов и продлевая срок их службы.

Преимущества применения бестраншейной технологии восстановления в городских дренажных трубопроводах

Преимущества технологий, не связанных с раскопками и ремонтом, в восстановлении городских дренажных труб в основном включают в себя два момента. Во — первых, уменьшить негативное воздействие на города. Традиционные работы по восстановлению дренажных труб обычно требуют закрытия участков, где проложены дороги и дренажные трубы, и выкапывания трубопроводов, что часто приводит к пробкам и неудобствам; Раскопки обычно сопровождаются шумом и загрязнением воздуха,

что негативно сказывается на городской среде и качестве жизни населения. Вместо того, чтобы копать и ремонтировать технологии, которые не требуют разрушения городских дорог и подземных трубопроводов, требуется меньше оборудования и персонала для завершения ремонта трубопроводов, что значительно снижает помехи городскому транспорту и жизни жителей. Во — вторых, снизить себестоимость, сократить срок строительства. Технология неискпания и восстановления дренажных труб требует только меньшего количества материалов и рабочей силы, по сравнению с традиционной технологией раскопок и восстановления, стоимость строительства ниже, что помогает сэкономить деньги; Эта технология имеет более короткое время строительства и может как можно скорее восстановить нормальную работу городской дренажной системы. В промышленном и коммерческом секторах быстрое строительство технологий неискпания и восстановления дренажных труб помогает уменьшить потери от остановки, в то время как традиционные раскопки и восстановление могут привести к остановке производственных линий, что приведет к сбоям в производстве и экономическим потерям [1].

Анализ распространённых бестраншейных технологий ремонта городских дренажных трубопроводов

1. УФ-технология ремонта труб с внутренней рукавной облицовкой

Технология отверждения и восстановления ультрафиолетовой футеровки может быть применена к восстановлению различных подземных трубопроводов для решения общих проблем, таких как разрыв трубопровода, коррозия, разъединение, неправильное отверстие, темное соединение ответвления и утечка. Применяемые трубы диаметром от DN100 до DN2200 мм, подходящие для круглых, квадратных и других специальных форм сечений, могут быть отремонтированы в радиусе 30 °. Перед ремонтом трубопровода с использованием технологии отверждения ультрафиолетовой футеровки необходимо провести дноуглубительные работы трубопровода, провести предварительную обработку разъединения и дефектов трубопровода, чтобы внутренняя поверхность трубопровода была гладкой, без резких выступов, без осадочных отложений и притока воды, обеспечить стабильность трубопровода, избежать наличия источника заболевания, выполнить требования к отверждению, прежде чем можно будет выполнить работы по отверждению ультрафиолетовой футеровки трубопровода. Основными материалами, используемыми в ультрафиолетовых технологиях отверждения и восстановления футеровки, являются шланги и смолы. Шланг может быть изготовлен из однослойного или многослойного полиэфирного войлока или эквивалентного материала, который может быть изготовлен из плетеных или нетканых материалов, обычно из нетканых

материалов. Укрепленные стекловолокном волокнистые шланги, как правило, содержат по крайней мере два слоя прослойки, внутренняя поверхность шланга обычно состоит из полиэтиленового войлочного слоя с внутренней пленкой из полистирола, а внешняя поверхность — однослойная или многослойная полистирольная или непроницаемая пленка. Устойчивость к растяжению и гибкость шланга должны соответствовать требованиям строительной тяги, монтажного давления и температуры отверждения смолы, а также могут адаптироваться к изгибу трубопровода, переменному диаметру и другим частям ремонта. смола — светочувствительная смола, смоляные материалы обычно можно разделить на ненасыщенные полиэфирные смолы, этиленовые смолы и эпоксидные смолы трех категорий. Поскольку ненасыщенная полиэфирная смола обладает хорошей химической стойкостью к коррозии, отличными физическими свойствами, отличными эксплуатационными свойствами и хорошей экономичностью, это наиболее используемый отвержденный материал в технологии восстановления ультрафиолетовой световой футеровки городских дренажных труб, а этиленовая смола и эпоксидная смола из — за особой коррозионной стойкости, растворимости и высокотемпературной устойчивости, которые в основном используются для восстановления промышленных трубопроводов и трубопроводов под давлением.

2. Технология монтажа сужающейся рукавной облицовки

Технология строительства шейной футеровки — это технология, не связанная с раскопками и ремонтом, которая в основном используется для обработки усадки шеи или частичного повреждения дренажных труб. Основная цель технологии заключается в восстановлении трубопровода, повышении его структурной стабильности и дренажной способности путем добавления слоя коррозионно — стойкой, высокопрочной футеровки внутри существующего трубопровода. После определения места, где дренажный трубопровод нуждается в ремонте, строители должны очистить трубопровод от грязи и препятствий, чтобы обеспечить плавный процесс прокладки. Интерьерный материал, как правило, является высококоррозионностойким и высокопрочным материалом, таким как полиэтилен или поливинилхлорид, материал должен быть изготовлен из длины трубопровода и собран на месте. Строители перекачивают прокладочный трубопровод в поврежденный трубопровод по частям, а затем разворачивают и устанавливают его в поврежденном районе, диаметр которого обычно немного меньше диаметра поврежденного трубопровода, чтобы обеспечить плотное соединение. После завершения монтажа футеровочного трубопровода строителям необходимо провести уплотнение и испытания, чтобы убедиться, что нет утечки или других проблем, включая высоковольтные испытания футеровочного трубопровода и т. Д. После подтверждения

правильной установки футеровочного трубопровода и прохождения испытания оригинальный трубопровод восстановит нормальную дренажную функцию [2].

3. Технология монтажа сегментной внутренней облицовки

Принцип работы технологии прокладки труб заключается в установке слоя труб внутри поврежденного трубопровода, чтобы предотвратить дальнейшую коррозию или повреждение трубопровода. Трубы изготовлены из коррозионно — стойких и износостойких материалов, таких как полиэтилен, поливинилхлорид или полипропилен, и после установки трубы могут обеспечить дополнительную защиту внутренней стенки трубопровода, продлевая срок службы трубопровода. Перед строительством необходимо очистить внутреннюю часть трубопровода, чтобы убедиться, что нет накопившейся грязи или пробок, чтобы трубы могли быть установлены правильно; Затем необходимо измерить размер и форму трубы, чтобы настроить подходящие трубы, чтобы обеспечить их совместимость и эффективность. При строительстве трубы вталкиваются в трубопровод и обеспечивают его правильное позиционирование, закрепляют его внутри трубопровода, чтобы убедиться, что он не выпадает или не перемещается, и могут быть выполнены различными способами, такими как сварка или использование специального клея; По завершении монтажа трубы необходимо провести испытания и проверки, чтобы убедиться, что монтаж пластины эффективен и что трубопровод не имеет других потенциальных рисков. Несмотря на то, что технология прокладки труб имеет много преимуществ, есть некоторые ограничения, такие как технология может быть использована только для восстановления поврежденных частей внутри трубопровода, если есть проблемы снаружи трубопровода, необходимо использовать другие методы ремонта, а сфера применения технологии прокладки труб ограничена размером и формой труб и не подходит для всех типов трубопроводов [3].

4. Технология восстановления центробежным напылением

Технология восстановления центробежным напылением состоит в том, чтобы насосать предварительно приготовленный специальный материал для восстановления цементного раствора на высокоскоростную вращающуюся головку, управляемую сжатым воздухом, расположенную на средней оси трубопровода, с помощью которой материал равномерно сбрасывается на внутреннюю стенку трубопровода под действием высокоско-

ростной вращающейся центробежной силы, в то время как вращающееся распылительное оборудование медленно движется по средней оси трубопровода под руководством тяговой лебедки, так что ремонтный материал образует непрерывную плотную внутреннюю прокладку на стенке трубы, тем самым достигая цели ремонта трубопровода.

Мероприятия по оптимизации применения бестраншейных технологий восстановления городских дренажных трубопроводов

Предварительные изыскания имеют решающее значение до внедрения технологий неискпания и ремонта городских дренажных труб, и качество работы на этом этапе напрямую влияет на эффективность и качество последующих работ. Понимание фактического состояния трубопровода является основой для восстановления без раскопок. В ходе проведения изыскательских работ можно использовать передовые технологии обнаружения трубопроводов, такие как эндоскопическое, ультразвуковое и радиолокационное сканирование, чтобы получить подробную информацию о внутреннем состоянии трубопровода, выявить фактическое состояние трубопровода, в том числе положение и степень коррозии, повреждения и засорения, и с помощью точных базовых данных можно лучше планировать восстановительные работы. Провести оценку безопасности, чтобы определить потенциальные опасности, такие как помехи подземных сооружений, утечка газа и риск коллапса, и принять необходимые меры безопасности на основе результатов оценки, такие как установка ограждения строительной зоны, вентиляционное оборудование и разработка плана эвакуации [4].

Заключение

Технологии, не связанные с раскопками и ремонтом, имеют значительные преимущества в обслуживании и ремонте городских дренажных труб, включая снижение негативного воздействия на город, снижение затрат на строительство, сокращение времени строительства, повышение безопасности строительства и т. Д. Они успешно применяются во многих городах. Исследования и применение технологий неискпания и восстановления городских дренажных труб имеют важное социальное и экономическое значение для повышения устойчивости городской инфраструктуры, снижения затрат на техническое обслуживание и ремонт, снижения негативного воздействия на окружающую среду и повышения производительности и безопасности городских дренажных систем.

Литература:

1. Сяо Сяюао, Сюй Чжэнь. Применение технологии неразрушающего (неоткрывающего) ремонта каналов городского дренажа методом инверсии (CIPP) [J]. Исследования в области инженерных технологий, 2023, 8(10): 75–77.

2. Ши Дунъю, Е Фаньчжоу, Ли Цзин, и др. Применение технологии ин-ситу термопластического формования для восстановления городских дренажных трубопроводов [J]. Китайское водоснабжение и водоотведение, 2022, 38(10): 153–159.
3. Куан Цяюнь, Чэнь Гуоцин. О поверхностном рассмотрении технологий неразрушающего восстановления городских дренажных трубопроводов [J]. Народный Желтый Река, 2021, 43(S2): 255–256+258.
4. Ксин Шаоха, Чэнь Гуоцин. Применение метода внутреннего футерования модулями из ПВХ в неразрушающем восстановлении дренажных трубопроводов [J]. Городские дороги и гидротехника, 2021(07): 308–311+29.

Комплекс мероприятий по инженерной подготовке территории многоквартирной жилой застройки в условиях Корсаковского городского округа Сахалинской области на примере строительства жилого комплекса

Яшунина Дарья Александровна, студент магистратуры
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

В статье автор рассматривает основные мероприятия по инженерной подготовке территории строительной площадки многоквартирной жилой застройки в условиях Корсаковского городского округа Сахалинской области, на примере строительства жилого комплекса.

Ключевые слова: инженерная подготовка, вертикальная планировка, водоотвод, временные дороги, строительная площадка.

Инженерная подготовка территории является исходным этапом строительного производства, от которого зависит безопасность и технологическая готовность площадки к основным строительным работам. Для объекта в сложных природно-климатических условиях подготовительный период не должен сводиться только к расчистке участка. Он включает геодезическое обеспечение, земляные работы, временный водоотвод, инженерные коммуникации, временные дороги, строительный городок и природоохранные мероприятия [1], [5].

В качестве расчетного примера рассматривается площадка многоквартирной жилой застройки в Корсаковском городском округе Сахалинской области. Проектом предусмотрено строительство пяти восьмиэтажных многоквартирных жилых домов. Строительство выполняется в два этапа, на первом этапе возводятся два дома, на втором — три дома [9]. Такая схема требует разделения подготовительных работ на общеплощадочные и этапные, чтобы временные дороги, склады, бытовой городок и инженерные сети могли использоваться без нарушения последующей очередности строительства.

К осложняющим факторам относятся перепад рельефа, техногенно измененный верхний слой грунтов, глинистые прослои, сезонное промерзание, интенсивные осадки и расчетная сейсмичность 8 баллов [7], [8], [8]. Поэтому первоочередное значение имеют точная геодезическая разбивка, контроль проектных отметок и организация водоотвода до разработки котлованов. В соответствии с СП 126.13330.2017 геодезические работы должны включать создание разбивочной основы, разбивочные работы, геодезический контроль и исполнительные съемки [6].

Расчистка территории предусматривает снятие почвенно-растительного слоя, удаление мусора. Поскольку участок не требует массового сноса капитальных строений и вырубки деревьев, основная задача заключается в раздельном складировании пригодного растительного грунта для дальнейшего благоустройства. Также в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.3.02–85 плодородный слой, снятый при строительстве, должен быть использован для рекультивации нарушенных земель и на прилегающих малоплодородных участках [4]. При выявлении слабых или переувлажненных участков необходимо предусматривать выборочную замену, уплотнение либо устройство разделительного слоя [7], [9].

Вертикальная планировка должна формировать проектные отметки и уклоны, исключающие застой воды и размыв открытых поверхностей. Временный водоотвод должен предусматривать нагорные канавы на верхних участках рельефа, водоотводные приямки у котлованов и траншей, поперечные уклоны временных дорог и отвод поверхностных стоков к организованной уличной системе. После осадков и снеготаяния необходим контроль размывов, просадок, колеиности и загрязнения выезда на городские улицы [5], [7].

Временные коммуникации обеспечивают электроснабжение, освещение, водоснабжение, водоотведение, связь, охрану и противопожарные нужды строительной площадки. На подготовительном этапе целесообразно применение привозной питьевой и технической воды, так как постоянные подключения зависят от технических условий ресурсоснабжающих организаций [9]. Временные кабельные линии и распределительные устройства следует

размещать вне зон подтопления, котлованов, будущих постоянных сетей и движения тяжелой техники.

Временные дороги и складские площадки целесообразно увязывать с будущими постоянными проездами, если это не мешает устройству фундаментов и наружных сетей. Скальное покрытие с уплотнением и водоотводом повышает проходимость в периоды дождей, снеготаяния и отрицательных температур. Строительный городок должен размещаться вне зон подтопления и опасных зон работы грузоподъемных механизмов, с обеспечением безопасных маршрутов работников, пожарных проездов, охраны и санитарно-бытовых условий [1], [5].

Откосы временных выемок и насыпей должны формироваться с учетом фактической влажности грунтов, времени года и длительности открытого состояния. В условиях сейсмической опасности и переувлажняемых глинистых грунтов нежелательны вертикальные или чрезмерно крутые откосы без крепления, длительное хранение

грунта на бровках выемок и прокладка временных дорог непосредственно у верхних кромок котлованов. При необходимости должны предусматриваться временные крепления, водоотводные каналы по бровкам и запрет движения тяжелой техники в зоне возможной потери устойчивости [8]. Экологические меры должны включать пылеподавление, организованный сбор отходов, контроль хранения горюче-смазочных материалов, очистку колес при выезде и фиксацию результатов контроля в журнале производства работ [1].

Таким образом, инженерная подготовка территории многоквартирной жилой застройки в условиях Корсаковского городского округа Сахалинской области должна выполняться как единый комплекс взаимосвязанных решений. Наиболее значимыми условиями эффективности являются поэтапная организация временной инфраструктуры, ранний водоотвод, точное геодезическое обеспечение, учет сейсмичности и сохранение строительной логистики.

Литература:

1. Об охране окружающей среды: федер. закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ.
2. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: федер. закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ.
3. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию: постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 № 87.
4. ГОСТ 17.4.3.02–85. Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.
5. СП 48.13330.2019. Организация строительства. СНиП 12–01–2004.
6. СП 126.13330.2017. Геодезические работы в строительстве. Актуализированная редакция СНиП 3.01.03–84.
7. СП 45.13330.2017. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01–87.
8. СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах. СНиП II–7–81*.
9. Проектная документация по объекту многоквартирной жилой застройки в Сахалинской области. Раздел 6 «Проект организации строительства».

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 20 (623) / 2026

Выпускающий редактор Г. А. Письменная
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова
Художник Е. А. Шишков
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый». 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Номер подписан в печать 27.05.2026. Дата выхода в свет: 03.06.2026.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420140, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.

Фактический адрес редакции: 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <https://moluch.ru/>

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.